3e Année | N° 13 | Février 1936

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

(Météorologie, Séismologie, Magnétisme terrestre, Océanographie, Volcanologie, Hydrologie)

Paraissant tous les deux mois

SOMMAIRE

Le Service Météorologique colonial au premier salon de la France d'outre-mer.
La séismologie dans les territoires d'outre-mer.
- Considérations générales.
- Folklore séismisque dans les pays d'outre-mer.
- Étude macroséismique des tremblements de terre.
- Étude des séismogrammes de tremblements rapprochés.
- Phases des séismes à épicentres lointains.
- Épicentres des séismes dans l'Empire Colonial Français.
- Les tremblements de terre en Algérie.
- Les tremblements de terre en Tunisie.
- La séismologie au Maroc.
- La séismologie dans les Etats du Levant sous mandat français.
- Secousses séismique à la côte française des Somalis.

Notes et informations.
Bibliographie.

PARIS Ve
LAROSE ÉDITEUR
11, RUE VICTOR-COUSIN

LIBRARY
DEC 2 1940
59855
WEATHER BUREAU

P
A613o
3:1936

Prix du Numéro : 6 francs

ANNALES DE PHYSIQUE DU GLOBE DE LA FRANCE D'OUTRE-MER

LAROSE, Éditeur,
11, Rue Victor-Cousin, PARIS (Ve)

-:- Téléphone : Odéon 32-70 -:-

Chèques postaux : Paris 428.81

PRIX DE L'ABONNEMENT ANNUEL

(6 numéros)

FRANCE ET COLONIES FRANÇAISES. . .	35 francs.
ETRANGER	40 francs.

Les abonnements sont payables d'avance à la souscription.

Chaque changement d'adresse doit être accompagné de 1 franc en timbres-poste.

Prix des collections 1934 et 1935, l'une .	50 francs.
Prix du N° isolé de ces collections..	10 francs.

Tous droits de reproduction réservés

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer sont publiées sous les auspices du *Conseil de Perfectionnement des Services de Physique du Globe des Colonies,* et sous la direction de M. Henry Hubert, Inspecteur Général du Service Météorologique Colonial.

Chaque numéro contient des mémoires originaux, une chronique des questions de Physique du Globe intéressant les Colonies françaises et une revue bibliographique.

Les Annales de Physique du Globe de la France d'Outre-Mer résument les recherches et observations faites par les météorologistes coloniaux et présentées dans les publications locales ; elles abordent en outre soit des études spéciales n'ayant pu trouver place dans ces publications, soit — et cela de préférence — des travaux d'ensemble concernant des groupes ou la totalité de nos territoires extérieurs. Elles se proposent de faire ressortir la variété et la nouveauté des recherches de Physique du Globe entreprises dans nos possessions lointaines et de réaliser une présentation synthétique des questions, considérées dans le cadre très vaste de notre domaine colonial.

Les numéros de l'année 1936 sont publiés à l'aide d'une subvention de la Fondation Loutreuil (Académie des Sciences).

J. AURICOSTE

Horloger de la Marine de l'État ;
de l'Observatoire du Bureau des Longitudes
et du Service Géographique de l'Armée

10, Rue La Boëtie, PARIS

Téléph. : Anjou 25-60

Études
Projets
et
Devis
gratuits
sur demande

Installation
de
Centres Horaires
—
Distribution
d'heure

HORLOGERIE DE HAUTE PRÉCISION
:-: PENDULES ASTRONOMIQUES :-:
:-: CHRONOMÈTRES DE MARINE :-:
CHRONOGRAPHES-COMPTEURS
:-: HORLOGERIE ÉLECTRIQUE :-:
Construction — Réparations

Le Service Météorologique Colonial au Salon de la France d'Outre-Mer

Du 25 novembre au 15 décembre 1935 s'est tenu à Paris, au Grand Palais, le 1er Salon de la France d'outre-mer.

Il avait sans doute d'abord pour but de présenter les produits et les richesses de notre domaine colonial, mais il s'ouvrait aussi aux multiples manifestations de l'activité industrielle, commerciale, artistique et intellectuelle de nos territoires au delà des mers.

Grâce à la bienveillante intervention de M. le Ministre des Colonies, le Commissaire général, M. P. Breton, avait bien voulu réserver au Service Météorologique Colonial un des principaux stands du Salon.

Comme il s'agissait avant tout d'une présentation pour le grand public, on a dû se borner à n'exposer que des sujets généraux, simples, clairs, expressifs, destinés à faire ressortir la mise en œuvre d'une spécialisation scientifique ou technique pour des fins pratiques.

La disposition générale suivante fut adoptée :

1) Présentation, le long des murs du stand, soit sur une longueur de 20 mètres environ, de panneaux distincts se rapportant aux diverses branches de l'activité du service :

Météorologie,
Séismologie,
Magnétisme terrestre,
Océanographie physique,
Volcanologie,
Hydrologie.

2) Présentation, au milieu du stand, de différents types d'appareils en usage dans les stations ou observatoires des colonies.

Parmi les documents présentés, nous citerons les suivants :

Météorologie. — 1° Cartes spéciales *aux colonies* et se rapportant : aux réseaux météorologiques (un millier de stations environ) et aux tracés des lignes d'aviation protégées par ces réseaux ; aux climats ; à la répartition des pluies ; à la visibilité horizonale ; aux trajectoires des cyclones.

2° Tableaux muraux relatifs : à l'organisation de la protection de la navigation aérienne aux colonies ; à la circulation générale de l'air atmosphérique au-dessus de nos possessions ; aux caractères climatiques des stations coloniales types.

Deux vitrines en verre donnaient une représentation, *dans l'espace*, entre 0 et 10.000 mètres, des mouvements de l'air : 1° en Indochine, pendant un typhon ; 2° en Afrique Occidentale, au cours d'une tornade (grain orageux) (1).

Séismologie. — Plan du sismographe Quervain-Piccard, de 20 tonnes, destiné à l'observatoire de la Martinique ; carte des stations séismologiques de la France d'outre-mer ; séismogrammes enregistrés aux colonies, photographies.

Magnétisme terrestre. — Cartes de la distribution des isogones dans des territoires d'outre-mer ; cartes montrant le mouvement rétrograde du dessin des isogones sur le globe terrestre.

Océanographie physique. — Courbes des variations du niveau de la mer au Sénégal ; photographies se rapportant aux mouvements superficiels de l'Océan ; aux actions destructives de la mer ; aux essais, sur modèle réduit, de maintien d'un chenal libre à travers un cordon littoral, etc.

Volcanologie. — Cartes des volcans de la Réunion et de la Martinique ; plans du sommet de la Montagne Pelée avant et après l'éruption de 1929 ; documents se rapportant aux éruptions de 1902 et de 1929 (nuées ardentes, dôme, etc.).

Outre de très belles photographies, M. A. Lacroix, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, avait très aimablement prêté, pour l'exposition, des collections de roches et de produits des éruptions de la Martinique et de la Réunion.

Hydrologie. — Cartes du niveau des eaux souterraines au Sénégal et au Niger ; cartes du réseau ancien du Niger.

La présentation des *instruments*, faite grâce à

(1) Des détails sur ce sujet seront donnés dans un prochain numéro.

l'aimable collaboration de plusieurs constructeurs (Maisons Chasselon, Lepetit, Oxydrique française, J. Richard, Société d'optique et de mécanique de précision), était fort variée (1).

Signalons : boussole et théodolite magnétiques ; théodolite enregistreur pour sondages ; générateur d'hydrogène ; baromètre, thermomètre, hygromètre, anémomètres, girouette, pluviomètres et enregistreurs ; séismographe Mainka, etc., etc.

Grâce aussi à la complaisance de la Librairie Larose, un certain nombre de publications sur la Physique du globe des territoires d'outre-mer ont pu être mis à la disposition du public. On y avait joint naturellement des travaux officiels de l'Indochine, de la Martinique, de l'A. O. F., de Madagascar, etc.

A quelques jours d'intervalle, le stand a été honoré de la visite de M. le Président de la République, de celle de M. Louis Rollin, Ministre des Colonies, et de celle de M. le Ministre des Colonies de Belgique. Il n'est pas douteux que le bienveillant intérêt manifesté en la circonstance en particulier par le Chef de l'Etat, et par M. Louis Rollin est un précieux encouragement donné à tous les ingénieurs-météorologistes pour la grande et belle œuvre qu'ils accomplissent dans nos possessions d'outre-mer.

En dépit de la technicité des sujets présentés, le stand du Service Météorologique Colonial a connu un succès exceptionnel.

Les visiteurs, extrêmement nombreux, se sont beaucoup intéressés aux cartes, graphiques, tableaux et appareils exposés. Ils ont demandé de multiples explications aux ingénieurs-météorologistes coloniaux qui se tenaient à leur disposition.

Les questions posées montrent que beaucoup de Français s'intéressent maintenant aux colonies et qu'ils s'y rendraient très volontiers s'ils n'en craignaient pas le climat. Il y a par conséquent une très belle propagande à entreprendre dans le public pour lui faire connaître les progrès réalisés outre-mer sous le rapport de la salubrité.

Cette exposition météorologique au salon de la France d'outre-mer, a déjà pu apporter une première contribution à cette utile propagande.

Pour l'installation de son stand, le Service Météorologique Colonial a trouvé un appui très cordial et très précieux auprès des Directeurs des Agences économiques de l'Indochine, de l'A. O. F. et des Colonies autonomes : MM. le Fol, Giraud et Truitard, toujours prêts à encourager une œuvre utile, et que je prie de vouloir bien agréer de nouveau ma très vive reconnaissance personnelle.

J'ai trouvé aussi, pour la réalisation matérielle des cartes et des tableaux, pour l'installation et la décoration du stand et pour l'accueil des très nombreux visiteurs une aide très efficace dans la personne de trois de mes collaborateurs : MM. Romer, Brouquet-Laglaire et Molard, Ingénieurs-météorologistes des colonies. Ils se sont dépensés sans compter pour le succès de l'entreprise commune, donnant une fois de plus le bel exemple de confiance et de dévouement à l'œuvre que nous poursuivons tous : l'amélioration des conditions physiques de la vie humaine par la Science aux colonies. Je les en remercie très cordialement.

Henry HUBERT.

(1) Qu'il me soit permis d'exprimer ici la reconnaissance du Service Météorologique colonial à la direction et au personnel des Etablissements qui ont bien voulu collaborer à la présentation du matériel scientifique employé dans les stations météorologiques coloniales.

Observations météorologiques radiodiffusées à Madagascar

Depuis le 1er décembre 1935, la station locale de radiodiffusion de Tananarive émet trois fois par jour, en radiophonie, un bulletin météorologique destiné à l'aviation. Ces messages contiennent, avec un court exposé de la situation atmosphérique générale, une prévision du temps sur les principales routes aériennes de la colonie.

Cette émission permet aux aviateurs qui résident à l'intérieur de la colonie dans des localités ne possédant pas le télégraphe, de bénéficier de la protection météorologique, tout comme les pilotes des villes.

Il y a là une initiative extrêmement heureuse qui gagnerait à être suivie dans les colonies où, comme à Madagascar, se développe rapidement l'aviation de tourisme.

Stand du Service Météorologique Colonial au 1er Salon de la France d'Outre-Mer

Clichés Molard

LA SÉISMOLOGIE DANS LES TERRITOIRES D'OUTRE-MER (1)

Considérations générales

Au sens le plus large du terme la *séismologie* est l'étude des différents mouvements qui peuvent agiter le sol d'une région. Le mot *séisme* vient du grec : σειδμος veut dire mouvement, tandis que σισμος signifie sifflement. C'est donc bien séisme, séismographe, qu'il faut dire, et non sisme comme on l'écrit parfois. Le mot séisme a été introduit dans la science par un savant à la fois mathématicien et helléniste de valeur, Alexis Perrey, qui envisageait des études « *géoséismiques* » (relatives aux mouvements *de la terre, geo*), mais on a pris l'habitude de sous-entendre le mot *geo*. Il se produit dans le sol des mouvements de bien des genres, mais le mot séisme se rapporte surtout aux mouvements brusques de l'écorce, aux *tremblements de terre*. La géologie et la géographie physique étudient la longue succession des phénomènes qui se sont produits au cours de centaines de mille et de millions d'années : les séismes sont des mouvements instantanés qui, catastrophiques dans quelques régions, modifiant brusquement la géographie même d'une contrée, existent à une échelle moindre dans toutes les parties du globe.

La France elle-même et son vaste empire colonial n'en sont pas exemptes, quoiqu'on ne puisse les compter parmi les plus séismiques de la terre, pour le grand bien des populations indigènes et de nos colons. On verra dans ces quelques pages que certaines colonies méritent une étude séismique et qu'en tous cas l'ensemble des colonies, pour des raisons que je m'efforcerai de faire ressortir, ne pouvait se désintéresser du grand mouvement actuel en faveur de la géophysique dont la séismologie est une branche.

Au point de vue historique on peut distinguer plusieurs stades dans *l'évolution* de cette science.

A. — La littérature prouve que les tremblements de terre ont toujours frappé l'imagination, comme en témoignent le livre de Job et les Psaumes, dans *l'Ancien Testament*, *l'Odyssée*, *l'Enéide et les Géorgiques* ; Eschyle dans le *Prométhée enchaîné*, Euripide dans *Iphigénie en Tauride*, se servent des descriptions d'ébranlements de la terre pour mieux émouvoir leurs auditeurs. D'après Montessus de Ballore, il y a, dans nos colonies actuelles, des quantités de légendes et de croyances. C'est tout un *curieux folklore* (voir article de H. Guttenstein).

Le premier effort scientifique consista dans les *Statistiques et la publication de catalogues*. Je ne serai pas contredit en affirmant que Perrey a été le véritable père des catalogues séismiques qui, dans la suite, après la création d'une Union internationale, prirent une forme plus scientifique et définitive.

J'aurais aimé voir publier un *historique d'ensemble* des séismes dans nos diverses colonies, mais la documentation est trop imparfaite si ce n'est pour l'Afrique du Nord. (Article de Mme Hée, *Historique des séismes en Algérie*, avant 1911). D'autres *renseignements historiques* importants figurent aussi dans l'exposé du R. P. Combier sur les Etats du Levant sous mandat français. M. Romer a publié un historique des séismes à la Martinique et à la Guadeloupe (1), M. Roux, des notes sur les tremblements de terre ressentis au Maroc avant 1933 (2).

B. — Si la séismologie se limitait à cette étude descriptive, statistique, historique, elle aurait sans doute déjà une utilité incontestable : elle est pourtant quelque chose de plus depuis que les théories de Poisson, de Lamb, de Rayleigh, etc., ont permis l'analyse des ondes et que les travaux de Lippmann, Wiechert, Galitzine, ont conduit à la construction d'instruments reproduisant fidèlement les mouvements de la terre.

Elle est un *chapitre de la physique et non le moindre*, car elle concerne les états des couches profondes

(1) L'abondance des matières nous oblige à limiter au présent numéro les articles généraux sur la séismologie aux colonies et les articles spéciaux concernant seulement certains de nos territoires d'outre-mer. Les articles spéciaux se rapportant aux autres territoires seront incorporés dans le N° 14 des *Annales*. N. D. L. R.

(1) *Bulletin annuel du Service météorologique et de l'Observatoire géographique*, 1933 (Alfassa, Gouverneur et Romer, Ingénieur-météorologiste).

(2) *Mémoires de la Société des Sciences naturelles du Maroc*, n° XXXIX, 1934.

inconnus de nous. Comment se modifient les propriétés de ces couches avec la pression et la température, sous quelle forme est la matière dans le noyau terrestre ? Telles sont les questions fondamentales de la géophysique : je ne connais pas, pour sonder l'intérieur de la terre, d'autre moyen que d'utiliser ces ondes élastiques que nous fournissent d'une manière gratuite, comme si les souffrances humaines en étaient la rançon, les séismes à large expansion qui sont si souvent catastrophiques (1).

S'il est parfois possible à une station isolée de calculer la distance du foyer et ses coordonnées géographiques, il est beaucoup plus facile et plus sûr de résoudre le même problème par les données conjuguées de plusieurs observatoires. Et ainsi nous apparaîtra tout de suite *l'utilité de l'organisation d'un réseau séismologique colonial.* L'intérêt général, l'intérêt scientifique commandent cette création. La France, grâce à son vaste empire colonial, peut disposer de stations très bien réparties pour résoudre les questions relatives aux foyers et à la propagation, et avec des appareils détecteurs des mouvements verticaux, distinguer entre les phénomènes internes d'explosion ou d'affaissement qui produisent dans les diverses stations ou des compressions des couches de l'écorce (mouvement initial de bas en haut), ou des dilatations propagées depuis le foyer en sens inverse de la propagation (mouvement initial de haut en bas).

La Grande-Bretagne qui elle aussi possède un vaste empire, avait dès l'origine des études séismiques encouragé Milne dans la création de nombreuses stations coloniales.

Les articles de MM. Caron, Lapayre, Ch. Poisson, Rognon, Romer, Walter, Weisse, font connaître *des résultats de l'organisation actuelle* pour les colonies proprement dites. Les articles de MM. Lacroux, Debrach sont, comme celui de Mme Hée, relatifs à l'Afrique du Nord, celui de P. Combier, aux Etats du Levant sous mandat.

C. — Au point de vue matériel on ne saurait se passer des contributions des colonies elles-mêmes. Sans doute elles se laisseront guider dans leurs générosités par l'intérêt général. Mais leur intérêt particulier est aussi en jeu.

L'observation *du mouvement microséismique* a permis à certains observatoires l'étude des houles, la prévision des cyclones, des typhons. C'est là un point capital pour des régions comme l'Indochine, les îles océaniques, Madagascar, etc. (article de M. Lacoste : *Le mouvement microséismique aux colonies* ; de M. Welter, *Mouvements microséismiques à Dakar* ; de M. Debrach, *Séismologie au Maroc*).

Bien des lecteurs se demanderont peut-être, en fait de prévision, si *la prévision même des tremblements de terre* ne devrait pas être un des buts de l'organisation ?

Le problème de la prévision est encore dans l'enfance ; on ne saurait pourtant dire qu'il n'existe pas. Les Japonais y travaillent sans relâche ; ils ont établi déjà que les grandes catastrophes dans un district déterminé comme celui de Kwanto (Tokyo, Yokohama) suivent une loi de périodicité : année 33, 818, 1703, 1923. Il leur semble que ces grands mouvements sont réellement précédés de chocs prémonitoires et que la stabilisation de l'équilibre s'obtient après de nombreuses répliques. Ainsi, entre 1903 et 1922 on observe en moyenne par an 109 chocs dans le Kwanto. En 1926 le nombre tombe à 67, en 1927 à 65. Sans prétendre encore à une solution on ne peut se désintéresser du problème *dans des régions très séismiques* tout au moins. En tous cas, ce n'est pas par des études isolées que des progrès pourront être accomplis. Une liaison doit être établie entre les séismologues, les ingénieurs du nivellement, les géodésiens qui mesurent les variations de la gravité, les géophysiciens qui suivent les variations du champ magnétique. Ainsi au Japon on a constaté des montées successives du littoral et des variations importantes de gravité dans le district qui subit la catastrophe de 1923. Il me paraît donc indispensable de créeer dans les colonies des *instituts généraux de physique du globe* où seront étudiés ces divers facteurs. C'est ce qui a été fait à la Martinique, particulièrement bien choisie parce que les études de *volcanologie y seront poursuivies parallèlement.*

C'est là encore un nouvel aspect de nos études.

D. — Lorsque ce réseau colonial était en création, le Bureau central séismologique français fut consulté sur le matériel à utiliser. Nous résolûmes de sacrifier un peu de la sensibilité pour avoir, par une plus grande sûreté et la régularité du fonctionnement, la possibilité d'obtenir des résultats suffisants sans la nécessité d'un personnel spécialisé.

Et en effet, au début on travaillait comme on le pouvait, avec des techniciens de stations de T. S. F.

---

(1) Les lecteurs qui ne sont pas au courant de la séismologie en général pourront avoir une idée des principaux problèmes par la lecture d'ouvrages élémentaires :

1. Ch. Maurain, *Physique du Globe* (Masson, Paris).
2. E. Rothé, *Le Tremblement de Terre* (Alcan, Paris).

Je ne crois pas utile de redonner ici une description complète *des séismographes (type du Bureau Central français*, construit par la Société d'Optique et de Mécanique de Précision) ; une note a été publiée par cette société (1). Mais les observateurs des nombreuses stations où fonctionne l'instrument ont demandé avec insistance au Directeur du Bureau central de leur fournir une notice sur le montage et le réglage de l'appareil. Cette notice très détaillée qui a été publiée par l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg (2), contient en outre une bibliographie. M. Lacoste, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, y a ajouté la détermination des constantes. Nous nous proposons de publier aussi un petit traité sur le dépouillement des séismogrammes et la détermination des épicentres. Il me paraît tout au moins utile dès maintenant d'indiquer en un court résumé les noms des *phases nouvellement envisagées* et de souligner celles qui semblent les mieux appropriées pour les dépouillements (articles de Mlle J. Roess et M. Bois).

Ces phases reposent sur des hypothèses plus ou moins justifiées, par exemple l'existence de surfaces de discontinuité dont la profondeur peut varier d'une région à l'autre. Telle table qui s'appliquerait à l'Europe pourra exiger des corrections pour l'Afrique ou l'Amérique : l'homogénéité de couches concentriques est, en effet, une supposition primitive trop simpliste.

Les grandes stations coloniales, au fur et à mesure qu'elles disposeront d'un personnel de savants et d'ingénieurs géophysiciens plus compétents, auront intérêt à installer *des appareils Galitzine* parvenus aujourd'hui à un haut degré de perfectionnement.

E. — Ces instruments permettent l'étude des foyers profonds dont l'intérêt est capital à divers points de vue.

Il est utile, au point de vue des *relations entre la Séismologie et la Géologie*, de distinguer nettement les phénomènes tectoniques superficiels des hypocentres ou foyers profonds et d'indiquer les conditions d'une bonne enquête macroséismique, c'est-à-dire d'une enquête réunissant des renseignements précis sur les phénomènes ressentis (article de J. P. Rothé) (1).

Nous sommes entrés, au cours de ces derniers mois, dans une autre phase des études séismiques en cherchant *la direction des vibrations* (2). Ce chapitre nouveau intéresse la géologie et la géographie. Il est plus récent tant au point de vue théorique qu'à celui des observations. Il est permis d'espérer que des stations bien réparties et en étroite liaison permettront de progresser dans ce difficile problème de la séparation des effets qui concernent le foyer, le trajet, l'émergence à la station réceptrice.

F. — Un dernier problème sur lequel je voudrais appeler l'attention, c'est celui de *la migration des foyers* à large expansion, le déplacement des épicentres d'année en année.

Au cours de la rédaction de l'annuaire dont je m'occupe chaque année j'ai été à même de constater combien les foyers de grande fréquence se déplacent d'année en année dans les différentes *mailles* (1) du globe terrestre. Ce sont alternativement des parties opposées du globe qui sont plus fréquemment secouées, comme s'il s'effectuait un travail de tassement et d'équilibre par une sorte de *balancement compensateur*.

Un catalogue sélectif par fiches que nous avons établi à Strasbourg facilite l'étude de ces questions. C'est ainsi qu'on peut voir, dans la liste consacrée par M. Stahl aux épicentres, à proximité des colonies françaises, comment ont varié les épicentres au cours des dernières années.

Après avoir énuméré dans cette introduction les divers problèmes qui me paraissent intéresser davantage les colonies françaises, je tiens en tant que directeur du Bureau central Séismologique français à remercier le Ministère des Colonies et le Chef du Service météorologique colonial, M. l'Inspecteur général Hubert, du si bel effort accompli en séismologie, en quelques années seulement, dans la plupart de nos colonies françaises.

Edmond Rothé.
Directeur du Bureau central Séismologique,
Directeur de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg,
Secrétaire de l'Association séismologique internationale.

(1) Société d'Optique et de Mécanique de Haute Précision (anciens établissements Lacour-Berthiot), 125, boulevard Davout, Paris (XXe) : Séismographe Mainka, de 450 kilos.

(2) *Notice relative au montage et au réglage du séismographe Mainka* (type du Bureau central séismologique français), par E. Rothé et J. Lacoste. L'Institut de Physique du Globe de Strasbourg se fera un plaisir d'adresser cette notice aux séismologues qui lui en feront la demande.

(1) Consulter, à ce sujet, les publications de l'Union Géodésique et Géophysique internationale, Bulletin de la Section ou Association de séismologie, séries A et B, sous la direction de E. Rothé.

(2) *Idem.*

Le folklore séismique dans les pays d'outre-mer

Il semble que la croyance à une origine surnaturelle des tremblements de terre soit presque aussi ancienne que l'humanité elle-même. La soudaineté des secousses plus encore que leur violence, leur apparition irrégulière, les bouleversements qu'elles produisent — crevasses, modifications du relief, pièces d'eau et sources taries ou surgissant tout à coup — tout cela devait donner l'idée de phénomènes échappant aux lois ordinaires de la nature. Rien d'étonnant à ce que l'homme, pour les expliquer, ait imaginé des puissances mystérieuses, situées elles aussi en dehors de la nature. Il a donné à ces créatures de son imagination des formes concrètes, se rapprochant souvent de la sienne ou de celle des animaux familiers ; parfois aussi l'âme des ancêtres est douée de ces pouvoirs prodigieux. C'est assurément en « terra sismica » que ces croyances ont pu le mieux se développer, chaque génération, témoin des tremblements de terre, apportant sa part à la tradition, enjolivant la légende. Lorsque sur un sol fréquemment ébranlé vivait une race amie des choses de l'esprit il se formait une véritable religion : Typhée n'est d'abord qu'un géant rebelle et chaque fois que Jupiter lance sur lui son tonnerre le sol tremble ; plus tard Jupiter s'élance sur Typhée qui, vaincu, s'écroule et dans sa chute « fait retentir la terre immense » ; encore quelques siècles et l'histoire est complète : Typhée est enseveli sous l'Etna, les tremblements de terre aussi bien que les éruptions volcaniques proviennent des efforts qu'il fait pour se dégager.

Dans les régions où se trouvent les colonies françaises on ne rencontre guère de mythes aussi complets, aussi évolués. En Afrique, par exemple, les tremblements de terre sont très souvent attribués à l'âme des ancêtres. Près du Haut-Nil, les guerriers enterrés sous le mont Lockweck, après une grande bataille, essaient de s'échapper et leurs efforts amènent les secousses ; dans la région du Kilimandjaro, les âmes des morts se hâtent d'aller rejoindre leur chef souterrain. Ailleurs les âmes des soldats morts en combattant continuent à se battre sous la terre, ce qui ébranle le sol ; parfois aussi les âmes des ancêtres sont irritées contre leurs descendants, et ils expriment leur mécontentement en provoquant de violentes secousses. Lors du tremblement de terre de janvier 1862, à Accra (Côte d'Or), le roi Glé-Glé était persuadé que la secousse avait été causée par l'esprit de son père, irrité de voir que les anciennes coutumes n'étaient pas observées ; et il fit décapiter trois chefs prisonniers, qu'il envoya ainsi dire à son père que les anciens usages seraient désormais respectés.

Les mythes africains ne sont pas toujours aussi sanguinaires, heureusement. Les Malgaches, qui sont d'esprit et de mœurs plus doux, en ont imaginé un qui ressemble un peu à nos fables : Pendant l'absence de la huppe, le hibou avait pris possession de son nid ; lorsqu'elle revint, le hibou refusa de lui rendre son bien. Elle réclama, naturellement ; le hibou alors lui adressa des menaces et lui dit que c'était lui qui en marchant faisait trembler la terre.

En Sénégambie on raconte que Dieu, après avoir fait le monde, le mit sur la tête d'un géant ; les arbres, l'herbe, sont ses cheveux, les êtres vivants sont ses parasites. Le géant était à ce moment tourné vers l'Est. Lorsqu'il se retourne vers l'Ouest, il le fait si doucement que personne ne s'en aperçoit ; mais quand il revient à sa position primitive, face à l'Est, il ne prend pas autant de précautions, et c'est alors que se produisent les tremblements de terre.

Au Kaarta (nord du Sénégal) les dieux firent trembler la terre lorsque le pays fut envahi par les Bambaras, pour exprimer leur colère.

Pour les indigènes de l'Ouganda, la terre repose sur un rocher du lac Victoria, où habite un fils du dieu du lac ; lorsqu'il marche rapidement la terre tremble. Ailleurs, également en Afrique, la terre est un disque appuyé d'un côté sur une montagne et de l'autre sur le flanc d'un géant, dont la femme soutient le ciel. Lorsque le géant veut caresser sa femme, la terre tremble.

Les Cafres du Mozambique, pour lesquels la terre est un être vivant, disent lorsqu'elle tremble qu'elle a froid et tremble de fièvre.

Dans la région du Haut-Nil, on raconte qu'autrefois le mont Nyerkami était situé près de la chaîne de montagne de Belenyam : les montagnes de la chaîne s'unirent contre lui et le chassèrent ; dans sa fuite il arriva dans la plaine, où il se trouve aujourd'hui.

Dans le nord de l'Afrique, pays d'ancienne civilisation, les secousses séismiques ont donné naissance à

des légendes intéressantes. Certaines ont été influencées, sinon inspirées, par le Coran, qui dit que le jugement des âmes sera « accompagné d'un tremblement de terre ». En Tunisie les âmes doivent traverser un pont fait d'une planche étroite et mince ; les âmes alourdies par les pêchés craignent que la planche se rompe, elles marchent en hésitant, ce qui fait osciller la planche, et l'oscillation se communique à la terre. Ailleurs, les âmes montent une grande échelle ; Mahomet aide les justes et les fidèles à monter l'échelle en les soutenant par la mèche de cheveux qu'ils se laissent pousser sur le crâne, mais les pêcheurs n'ayant personne pour les aider montent péniblement, l'échelle s'agite et la terre tremble. A Tunis même un ange passe dans un blutoir très fin, le septième jour de chaque lunaison, les actions des hommes ; tout le temps qu'il agite le blutoir la terre suit le mouvement et tremble.

La légende du lac Kelbia est fort jolie et rappelle un peu les contes des Mille et une Nuits. Il arrive, dans les pays karstiques, que les abîmes souterrains s'ouvrent à la suite des tremblements de terre, et parfois des eaux de surface s'y engloutissent. C'est ce qui est arrivé, dit-on, pour le lac Kelbia. Une fée, fille de la Terre, amoureuse d'un jeune pêcheur, refusait les hommages d'un puissant génie, maître des eaux et des feux intérieurs. Celui-ci, pour se débarrasser de son rival, ébranla les eaux du lac, ce qui fit chavirer la barque du pêcheur ; mais au moment où le jeune homme allait se noyer, la fée le transforma en poisson. Le génie alors suscita un tremblement de terre, une crevasse s'ouvrit au fond du lac et les eaux, entraînant le poisson, s'y engouffrèrent. La fée, se métamorphosant en chienne, le suivit en nageant dans les abîmes souterrains. La terre trembla de nouveau et la chienne parvint à tuer le génie, qui tomba dans le trou ; sa tête seule en sort et obstrue le passage, ce qui fait que les eaux cessèrent de s'écouler dans l'intérieur de la terre.

En Algérie, les Arabes disent que la terre tremble quand Allah, fatigué de la méchanceté des hommes, se lève en s'appuyant sur elle : tout le globe alors frémit d'effroi.

Dans l'Asie de l'Est et du Sud les secousses sont fréquentes, la culture est ancienne : on peut donc s'attendre à trouver des mythes nombreux.

Aux Indes, une des nombreuses légendes relatives aux tremblements de terre dit que la terre est soutenue à chacun de ses quatre angles par un éléphant : lorsque fatigués de leur charge, ils reprennent haleine, la terre s'ébranle.

Dans le Laos, le tremblement de terre est considéré comme un châtiment envoyé par les puissances supérieures.

Le conte du « vieillard aveugle dans la lune » est probablement d'origine chinoise ; dans l'Annam, il a pris la forme suivante : dans la lune il y a un vieillard aveugle qui tient deux paniers dans lesquels se trouvent des fils de couleurs différentes ; ces fils représentent les liens du mariage, et le vieillard a pour charge de les nouer. Mais parfois il s'endort. Alors les fiancés, impatients, frappent la terre pour le réveiller, et la terre s'ébranle.

Au Japon il y a un dragon qui se trouve au-dessous des îles, et lorsqu'il fléchit un de ses muscles, la terre tremble à cet endroit. Autrefois on parlait non d'un dragon mais d'une araignée, plus anciennement encore d'une baleine ; dans la suite des temps le mythe s'est compliqué et précisé.

En Mongolie c'est une immense grenouille d'or qui supporte la terre, et chaque fois qu'elle secoue la tête ou étire une de ses pattes elle fait trembler la partie de la terre qui se trouve dessus.

A citer aussi le conte arménien des géants Salman et Rostom qui se battent constamment et, une fois par an, descendent de cheval et se tirent l'un l'autre par les cheveux : c'est ce qui produit les tremblements de terre.

Les îles de l'Océanie, quoique plusieurs d'entre elles soient des « terres aimées des dieux », ne sont pas particulièrement riches en légendes originales. Dans les Célèbes, la terre est soutenue par un palmier et tremble lorsque le cochon sacré se gratte contre ce palmier. Plus loin, à Bornéo, la terre est soutenue par un buffle ; elle tremble quand il la fait passer d'une corne à l'autre pour se reposer. Aux îles Tonga, la terre repose sur le héros Maui qui est en position couchée, elle tremble lorsqu'il se retourne. Pour le faire tenir tranquille les habitants frappent le sol de leurs bâtons, ce qui met fin aux secousses.

Il arrive aussi qu'au lieu de supporter la terre l'animal qui la fait trembler est enfermé en son centre. C'est le cas à Mindanao ; le crocodile qui se trouve dans cette fâcheuse situation fait des mouvements désespérés pour se délivrer, d'où les secousses. Les indigènes alors crient et frappent le sol de leurs bâtons, — pratique d'ailleurs assez fréquente en plusieurs régions. Dans l'est de la même île, la terre tremble lorsque la grande anguille Kassilig secoue sa queue pour se débarrasser du crabe Kagan qui la serre entre ses pinces.

On trouve partout le souvenir de déluges qui relèvent bien de la séismologie, car il est infiniment probable que ces catastrophes ont été amenées par

des raz de marée. La fable suivante se raconte à Tahiti : il y a très longtemps, les dieux irrités firent trembler la terre. La mer sortit de son lit ; des rochers projetés en l'air retombaient sur le sol ; de partout des feux jaillirent. Tous les hommes furent détruits, sauf une seule famille qui, comme le Noé biblique, s'était réfugiée sur une haute montagne, et, encore comme lui, fut la souche de l'humanité ultérieure.

Je demanderai la permission de citer encore un mythe charmant, quoiqu'il n'ait pas sa place dans cette étude car il provient du grand Nord, du Kamtchatka, une région située loin des établissements français : lorsque la terre tremble c'est que Koréi, le chien du dieu Tuila, se secoue pour se débarrasser de la neige qui le couvre. J'espère qu'on me pardonnera, en faveur de sa grâce, d'avoir introduit ici cette légende : elle prouve peut-être que l'esprit souffle où il veut, dans les déserts glacés aussi bien que sur les rivages bénis de la Méditerranée.

H. Guttenstein,
Bureau international de séismologie.
(D'après Montessus de Ballore.)

L'étude macroséismique des tremblements de terre

L'effort des géophysiciens doit actuellement tendre à accroître nos connaissances sur la constitution de la croûte terrestre et à essayer, suivant le vœu du savant géologue Pierre Termier, de dresser non plus des cartes géologiques de la surface du globe, mais des volumes géologiques s'étendant à plusieurs kilomètres de profondeur. L'étude des séismes est l'un des rares moyens que nous ayons à notre disposition pour poursuivre cet effet : pour déchiffrer les couches voisines du sol, le prospecteur utilise la méthode séismique en provoquant des explosions enregistrées à proximité par des séismoscopes ; de même chaque séisme naturel fournit au géophysicien la base d'une étude d'une partie de la croûte terrestre.

Les séismologues des écoles actuelles — et parmi eux, en particulier, les séismologues japonais — ont mis en évidence que certains tremblements de terre importants se produisent à des profondeurs considérables, 200 à 300 kilomètres par exemple ; que d'autres, très nombreux, ont leur origine vers 30 ou 40 kilomètres de profondeur. On cherche bien souvent la cause des séismes dans des accidents tectoniques de surface, dans des failles tracées sur des cartes géologiques : que signifient nos connaissances géologiques si le tremblement de terre a son foyer à 30 kilomètres sous la surface du sol ? On a parlé par exemple du rôle *séismogénique* des failles de la vallée du Rhin, entre Bâle et Mayence ; or l'étude tant macroséismique que microséismique assigne aux séismes récents qui se sont produits dans la plaine rhénane une profondeur de 35 à 40 kilomètres. Nous ne pouvons pas actuellement nous représenter comment, à cette profondeur, est constitué le sous-sol de la vallée du Rhin.

Mais l'étude macroséismique — c'est-à-dire l'étude de la zone où le tremblement a été sensible à l'homme — étude détaillée, reprise avec soin à chaque secousse, doit venir à notre aide :

1° En précisant la détermination de l'épicentre ;

2° En donnant par la répartition des effets du séisme des notions sur la profondeur du foyer ;

3° En montrant s'il existe ou non des relations entre la géologie, telle quelle nous est connue actuellement, et la manière dont les ondes séismiques parviennent à la surface ;

4° En essayant de déduire de ces relations des notions sur la géologie de la croûte terrestre.

L'observation macroséismique apporte, en effet, sur la profondeur du foyer d'un séisme des renseignements utiles par la forme et l'étendue des « isoséistes ». Les règles que von Lasaulx (1) a formulées à ce sujet s'expliquent d'elles-mêmes : les tremblements de terre violents mais de faible extension ne peuvent avoir qu'un foyer peu profond ; ils peuvent néanmoins être enregistrés par des observatoires éloignés, comme l'est par exemple une explosion ; au contraire, les séismes de faible intensité mais de grande extension émanent d'origine profonde. C'est le cas d'un certain nombre de tremblements de terre français.

Le séismologue japonais Wadati (2) a attiré plus récemment l'attention sur le fait que, lors des séismes à foyer très profond (200 kilomètres p. ex.),

(1) Montessus de Ballore, *La science séismologique*, p. 114, Paris, 1907.

(2) K. Wadati, *Shallow and Deep Earthquahes, Geophys. Magazine*, vol. I, pp. 162-202, Tokyo, 1926.

l'aire macroséismique forme plusieurs surfaces isolées séparées par des zones aséismiques.

L'intensité avec laquelle une secousse est ressentie dépend non seulement de la distance du point d'observation au foyer, mais encore des terrains dans lesquels se propagent les ondes séismiques, terrains qui sont, les uns connus en affleurement ou à faible profondeur et représentés sur les cartes géologiques, et les autres, au contraire, encore inconnus. Les « isoséistes », par leurs irrégularités, sont susceptibles de nous fournir des éléments quant aux hypothèses à faire sur ces terrains inconnus. Dans le cas de secousses violentes toutes les couches transmettent les ondes, aussi l'étude de séismes relativement moins importants sera souvent à ce point de vue plus intéressante. J'ai donné récemment (1) un exemple d'une telle étude, à propos du séisme qui s'est produit, le 3 février 1933, sous la plaine rhénane, à une profondeur d'environ 35 kilomètres et j'ai montré comment certaines unités géologiques de surface (massifs granitiques, bassins permiens, zones schisteuses) jouaient des rôles différents dans la propagation de la secousse, et comment, au contraire, certaines zones sensibles ou aséismiques ne pouvaient s'expliquer par la géologie superficielle mais seulement par des différences dans le subtratum profond qui nous est encore inconnu. L'étude de ce substratum ne peut être poursuivie que par la confrontation de plusieurs enquêtes détaillées, relatives autant que possible à des séismes analogues.

Il sera possible parfois — on l'a fait peut-être trop souvent — de mettre en évidence le rôle, dans la propagation de la secousse, de certains accidents géologiques connus : certaines failles peuvent rejouer « en relai ». Je citerai parmi les séismes récents l'exemple de celui du 7 octobre 1930 dont l'épicentre se trouvait dans le Tyrol autrichien. Sa secousse fut faiblement perçue en Alsace : sur 170 questionnaires 17 seulement comportaient une réponse positive, mais parmi ceux-ci 13 provenaient de communes situées sur la faille vosgienne qui borde à l'Ouest le fossé rhénan. Fait remarquable, lors du séisme de Rastatt dont j'ai parlé plus haut et qui avait son épicentre sous la plaine rhénane, la faille vosgienne semble au contraire n'avoir joué aucun rôle.

Enfin bien que correspondant à des hypocentres profonds, les épicentres des séismes se groupent dans des régions qui constituent les grandes unités géologiques » que les études stratigraphiques et tectoniques nous ont amené à distinguer. En France par exemple, les bassins sédimentaires sont à peu près exempts de secousses, alors que les régions de plissements alpins, la zone plissée secondaire nord-pyrénéenne, le massif armoricain, le massif central sont souvent le siège de secousses. Le substratum de l'est du Bassin de Paris et les « auréoles » jurassiques de Lorraine sont aséismiques ; au contraire, nombre de séismes ont leur foyer sous le fossé rhénan, sous la Forêt-Noire (1) et sous les auréoles jurassiques du plateau Souabe. Ainsi nous avons la notion qu'à certaines des unités géologiques de surface correspondent des unités de la croûte terrestre, qui s'étendent en profondeur sur des dizaines de kilomètres, unités sur lesquelles nous ne savons rien et sur lesquelles seules les études séismiques peuvent nous apporter des éléments de travail, d'abord vagues mais qui, répétés et confrontés, nous permettront peut-être un jour d'être mieux renseignés sur la nature de la croûte terrestre.

L'interprétation des renseignements macroséismiques est souvent difficile parce que ces renseignements sont généralement sporadiques, peu comparables entre eux pour différentes secousses, ou seulement certains grands séismes, ou proviennent de points particuliers qui, par le jeu de la statistique, apparaîtront — à tort — comme des centres d'activité séismique. Il importe donc dans la constitution d'archives macroséismiques — archives qui doivent pouvoir être utilisées par nos successeurs — de suivre une méthode qui permette le meilleur rendement. J'exposerai seulement ici la méthode employée par le Bureau central séismologique français ; méthode dont l'application dans les colonies dépend évidemment des conditions locales fort différentes suivant les régions.

Chaque fois qu'une secousse ayant son épicentre en France est enregistrée, signalée par la presse ou par des particuliers, correspondants du Bureau central, un certain nombre de questionnaire sont envoyés, *le plus rapidement possible*, par l'intermédiaire des préfets, aux maires des communes dans un rayon plus ou moins grand autour de l'épicentre, suivant l'ampleur de la secousse : pour le séisme de Rastatt, dont il a été question plus haut, 1.500 questionnaires ont été envoyés ; au contraire, les secousses localisées, et sans doute peu profondes, qui se sont produites dans le département de la Drôme, en 1934 et 1935, ont nécessité seulement l'envoi d'une

(1) J. P. Rothé, *Note sur l'extension du séisme de Rastatt, Annuaire de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg*, deux. partie, Séismologie, 1933, p. 119.

(1) Le récent séisme du 28 décembre 1935 semble avoir son épicentre au centre du massif granitique de la Forêt Noire, mais son hypocentre est probablement situé à 30 kilomètres de profondeur.

cinquantaine de questionnaires. Il faut s'efforcer, dans une telle enquête, de réaliser une densité à peu près uniforme des points d'observation, sinon l'interprétation des résultats risque d'être faussée. Ce principe, déjà difficile à satisfaire en France, en régions montagneuses, le sera évidemment davantage dans certaines de nos colonies.

Nous avons constitué, pour chaque région séismique (Pyrénées, Drôme, Alsace, etc.), des listes types d'observateurs qui peuvent comprendre, outre les maires des communes, des hôteliers (hôtels isolés), des gardiens de barrages, des gardes forestiers, des gardiens de phares, de forts, etc. L'envoi des questionnaires aux mêmes observateurs pour chaque secousse permet de comparer plus fidèlement les résultats.

Une fois en possession des éléments de l'enquête macroséismique, il convient — comme le fait, chaque année, le Bureau central séismologique — de publier un résumé des observations. Pour les raisons d'interprétation géologique expliquées plus haut, on donnera aussi bien les noms des localités de la zone macroséismique qui ont fourni des réponses négatives que celles qui ont ressenties la secousse. Parmi les réponses qui figurent aux questionnaires on attirera dans le résumé l'attention sur les points suivants :

1° Direction et nombre des secousses ;

2° Nature du mouvement : mentionner que l'observateur signale le mouvement de haut en bas, ou bien de bas en haut ;

3° Bruits séismiques : de même, mentionner si l'observateur signale que l'onde sonore a précédé, accompagné ou suivi la secousse ;

4° Intensité : la détermination de l'intensité faite par l'observateur sera parfois rectifiée d'après les autres réponses figurant au questionnaire. Il faut remarquer à ce sujet que, dans l'échelle internationale employée, il est souvent difficile de distinguer entre les degrés II, III et IV et les isoséistes correspondant à ces degrés peuvent présenter des irrégularités factices qu'il ne faut pas s'attacher à interpréter.

Enfin, au moyen des renseignements précédents on dressera des cartes. Sur la carte des *isoséistes*, la courbe limitant la zone sensible des régions où la secousse n'a pas été ressentie est intéressante et facile à tracer ; il en est de même de la courbe d'intensité V (secousse ressentie par toute la population d'une localité) et des courbes de degré supérieur. La carte *isacoustique* distinguera les zones où l'onde sonore a été perçue et on notera, par des signes spéciaux, les points où le bruit a été entendu avant, pendant ou après la secousse. Sur la carte des mouvements verticaux on distinguera les mouvements de bas en haut des mouvement de haut en bas. Toutes ces cartes seront si possible publiées ou du moins conservées dans les archives pour permettre ultérieurement de précieuses comparaisons.

J.-P. Rothé,
Assistant à l'Institut de physique du globe de Strasbourg.

Echelle des Intensités

1er Degré : Mouvement microséismisque, noté par les séismographes seulement.

2e » Secousse enregistrée par les séismographes et constatée seulement par un petit nombre d'observateurs au repos.

3e » Ebranlement constaté par plusieurs personnes au repos ; assez fort pour que la durée ou la direction puissent être appréciées.

4e » Ebranlement constaté par des personnes en activité, faiblement en plein air, mieux dans les maisons, ébranlement des objets mobiles, des portes, des fenêtres, craquement des planchers.

5e » Ebranlement constaté en général par toute la population ; ébranlement d'objets plus lourds ; de meubles et de lits ; tintement de quelques sonnettes.

6e » Réveil général des dormeurs ; tintement général des sonnettes, oscillation des lustres, arrêt des pendules ; ébranlement apparent des arbres. Des personnes effrayées sortent des habitations.

7e » Renversement d'objets mobiles ; chute des plâtres du plafond et des murs ; tintement des cloches dans les églises ; épouvante générale sans dommage aux édifices bien construits.

8e » Chute des cheminées ; lézardes dans les murs.

9e » Destruction partielle ou totale de quelques édifices.

10e » Des bâtiments très solides sont détruits. Il se produit des fentes dans le sol. — L'eau des rivières, lacs, etc. est projetée.

11e » Catastrophe. — Destruction des bâtiments, ponts, digues. — Rails tordus, débordement des eaux.

12e » Grande catastrophe. — Aucune œuvre ne subsiste, montagnes effondrées, ébranlées. — Des chutes d'eau se forment, etc.

RECTO

BUREAU CENTRAL SÉISMOLOGIQUE FRANÇAIS

QUESTIONNAIRE

Commune de ....., *Canton de* .....

Arrondissement de ....., *Département* .....

1° Quel jour le tremblement a-t-il été ressenti ? Date ? Jour de la semaine ?	
2° A quelle heure ? Heure, minute ? Avant-midi, après-midi ? Indiquer si possible la différence d'heure de la montre utilisée et de l'horloge du bureau de postes ou chemin de fer le plus proche. Heure locale (été, hiver), heure du fuseau ?	
3° Où se trouvait la personne qui a observé ? En plein air ? Dans une maison ? A quel étage ? Dans quelle occupation ?	
4° Le tremblement de terre a-t-il été perçu par plusieurs personnes de la localité ou par tout le monde ?	
5° Combien de secousses ont été ressenties ? A quel intervalle ? Quelle était la plus forte ?	
6° Quelle était la nature du mouvement : Balancement lent ? Choc brusque ? Vibration ? De haut en bas ou de bas en haut ? (Cette dernière observation est très importante).	
7° Quelle est la nature du sol de la localité ? Quelle est l'épaisseur de la terre meuble jusqu'au sol dur ?	
8° Quel effets a produits le tremblement ? Indiquer tous les dégâts qui pourraient servir à évaluer l'intensité du tremblement. Vibration de vaisselle ? Tintement des sonnettes, craquement de meubles, planchers, plafonds ? Déplacement de meubles, de tableaux ? Chute d'objets ? S'il y a eu des dommages aux immeubles, fissures, chute de cheminées, etc., les décrire en détail et ajouter au besoin un croquis ou des photographies.	
9° A-t-on observé un effet sur les sources et les puits ? Changement du niveau de l'eau, trouble ?	
10° A-t-on entendu un bruit souterrain ? D'où venait-il ? A-t-il été perçu au moment du tremblement ? APRÈS ou AVANT ?	
11° A-t-on observé des effets sur le terrain ? Fissures ? Glissements de routes ? de berges ?	
12° Degré de l'échelle des intensités ? (Voir au verso).	
13° Pouvez-vous indiquer si la secousse a été ressentie dans les localités voisines ? Lesquelles ?	

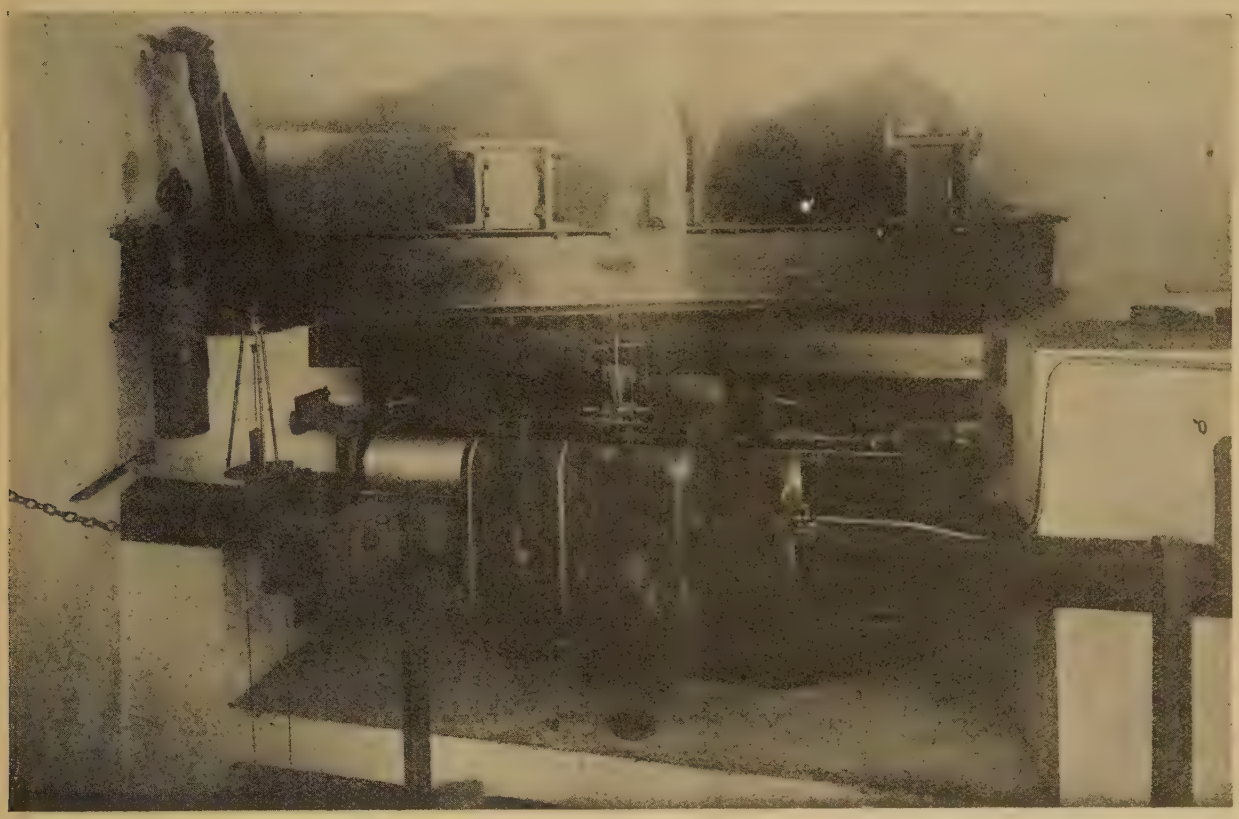
Nom, profession, adresse de la personne qui a rempli le questionnaire :

.....

Il est très important de signaler que le tremblement de terre n'a pas été perçu dans une localité alors qu'il l'a été dans un village voisin. Il y a donc lieu de renvoyer le questionnaire même avec la mention NÉANT.

Etude des séismogrammes de tremblements rapprochés

On sait qu'à l'Observatoire de la Martinique sera prochainement monté un séismographe à lourde masse. Un appareil du même genre fonctionne, depuis plusieurs années, à Strasbourg (1) (19.000 kilos). Les phases des séismes rapprochés, qui se succèdent à des intervalles de temps très courts, y apparaissent d'une manière très nette, grâce à un déroulement rapide du papier.



Partie enregistreuse du séismographe à lourde masse de Strasbourg

L'expérience déjà acquise, à Strasbourg, dans le dépouillement de ces inscriptions, a permis d'énoncer un certain nombre de remarques que je me propose de résumer ici.

(1) Voir E. Rothé et J. Lacoste, *Le séismogramme de 19 tonnes de la station séismologique de Strasbourg* (*Publications du Bureau central Séismologique international*, Série A, fasc. 4, Paris, 1927).

1° *Les Tables de Mohorovičić* (1). — Ce sont les premières qui aient été dressées pour l'étude des séismes rapprochés, et ce sont encore celles dont l'usage est le plus courant. Elles reposent sur les *deux hypothèses* suivantes (2) :

a) Il existe à l'intérieur du globe, à une profondeur de 50 kilomètres, une surface de discontinuité, où les propriétés physiques se modifient brusquement ; la vitesse de propagation des ondes séismiques en particulier y subit un changement brusque. Sur cette

(1) A. Mohorovičić, *Tables* (*Publications du Bureau cenral Séismologique International*, Série A, fasc. 3, Paris, 1925).

(2) E. Rothé, *Sur la propagation des ondes séismiques au voisinage de l'épicentre. Exposé d'après les travaux de Mohorovičić* (*Publications du Bureau central Séismologique international*, Série A, fasc. 1, Toulouse, 1924).

surface se produisent des phénomènes de réflexion et de réfraction.

b) La variation de la vitesse des ondes séismiques suit la loi :

$$\frac{V}{v} = \left(\frac{R}{r}\right)^K$$

où v désigne la vitesse de propagation des ondes à une distance r du centre de la terre, V la vitesse dans la couche superficielle, R le rayon terrestre, et K un coefficient qui ne conserve la même valeur que dans une couche d'épaisseur déterminée.

Ce sont là des hypothèses ; certains auteurs (Conrad, Jeffreys, par exemple) en ont proposé d'autres et ont dressé de nouvelles tables. Mais la publication de ces dernières est trop récente pour qu'il soit possible de dire si elles doivent être préférées à celles de Mohorovičić que, provisoirement tout au moins, il est préférable d'utiliser encore pour la pratique courante des dépouillements.

3° *Définition des phases les plus importantes au point de vue de l'interprétation.* — Les symboles P et S continueront à désigner respectivement les ondes longitudinales et transversales ; on représentera par $\bar{P}$ et $\bar{S}$ celles qui parviennent du foyer à la station sans avoir subi de réflexion ni de réfraction. Les ondes normales P_n et S_n sont celles qui ont traversé deux fois la surface de discontinuité en s'y réfractant. Les ondes dites $R_i\,\bar{P}$, $R_i\,\bar{S}$ se sont réfléchies d'abord une fois sur la surface de discontinuité, les ondes $R_i^2\,\bar{P}$, $R_i^2\,\bar{S}$, deux fois. Les ondes dites $R_s\,\bar{P}$, $R_s\,\bar{S}$ se sont réfléchies d'abord une fois à la surface de la terre ; les ondes $R_s^2\,\bar{P}$, $R_s^2\,\bar{S}$ s'y sont réfléchies deux fois.

Il existe des ondes mixtes qui changent de nature à la réflexion, et qui, après avoir accompli une partie du trajet comme ondes longitudinales, deviennent ensuite transversales ou vice-versa. Ces ondes présentent une importance moindre au point de vue de l'interprétation ; on note toutefois assez souvent l'onde $R_i\,\bar{P}\bar{S}$, qui partie longitudinale du foyer, se réfléchit une fois sur la surface de discontinuité et devient ensuite transversale.

4° *Usage des tables.* — Elles ont été dressées (pour la région européenne-Agram) pour 4 valeurs de la profondeur du foyer : 0, 25, 45 et 57 kilomètres. La grande majorité des séismes peuvent être interprétés dans l'hypothèse d'une profondeur focale de 25 kilomètres : c'est donc aux tables correspondantes que l'on fera appel en premier lieu. Après quoi, on recherchera si l'on n'obtiendrait pas une meilleure concordance des phases pour d'autres profondeurs et au besoin on interpolera.

On sait que pour une amplitude donnée des maximums, la durée de l'inscription est d'autant plus brève que la distance épicentrale est plus courte. Avec une certaine habitude, on peut donc se faire une idée grossière de la distance d'après l'aspect du séismogramme ; cette première classification faite on pourra se conformer aux indications suivantes :

a) *Séismes très rapprochés* (*distances épicentrales inférieures à* 200 *km.*). — La phase la plus importante est toujours $\bar{S}$, la phase initiale est $\bar{P}$: les autres phases sont peu importantes et se distinguent souvent assez mal. L'interprétation est généralement facile, mais dans le cas de petits phénomènes, la phase $\bar{P}$ ne débute pas toujours nettement ; elle peut même manquer tout à fait : alors l'interprétation devient impossible. Ce fait se produit souvent pour les répliques qui suivent les séismes importants.

b) *Séismes proches* (200 *à* 500 *km.*). — La phase la plus importante est généralement $\bar{S}$; la phase initiale est P_n, elle est suivie à un bref intervalle par la phase $\bar{P}$, qui est plus importante. Les distances obtenues d'après les intervalles de temps $\bar{S}$-P_n et $\bar{S}$-$\bar{P}$ doivent concorder ; si la distance obtenue d'après $\bar{S}$-P_n est plus petite que celle obtenue d'après $\bar{S}$-$\bar{P}$, c'est que le début des P_n manque ; cette phase n'est d'ailleurs pas toujours inscrite lors des petits tremblements. Il faut rechercher si l'on observe sur le séismogramme d'autres phases telles que $R_s\,\bar{P}$, $R_s^2\,\bar{P}$, $R_s\,\bar{S}$ et $R_s^2\,\bar{S}$. Des écarts de $\pm$ 3 s. avec des durées de propagation qui figurent dans les tables peuvent être admis.

Il arrive souvent qu'on observe un certain nombre de phases, sans que l'une d'entre elles soit prédominante. On éprouve alors de grosses difficultés à obtenir une interprétation de l'ensemble des phases surtout si le début est peu net. En ce cas, $\bar{P}$ peut manquer, la phase initiale peut être $R_s\,\bar{P}$ ou $R_s^2\,\bar{P}$; parfois même le début peut ne correspondre à aucune phase des tables. Pour des distances comprises entre 400 et 500 kilomètres, la phase $R_s\,\bar{S}$ peut, en certains cas, être aussi importante, ou même plus importante que les $\bar{S}$.

c) *Distances épicentrales de* 500 *à* 1.300 *km.* — La phase initiale est P_n, et on n'observe généralement pas de $\bar{P}$; la phase prédominante est soit $R_s\,\bar{S}$, soit $R_s^2\,\bar{S}$. La phase $\bar{S}$ est toujours moins importante. Il faudra faire choix entre celle des deux hypothèses

1/ AFRIQUE DU NORD[1] : Algérie, Territoires du Sud, Tunisie, Maroc

Date	Latitude	Longit.	Maille[2]	Date	Latitude	Longit.	Maille
(11 VII 15	34°,3N	10°,0W	56 NW	19 XI 24	*35°,3N	3°,5E	55 NE
(1 IV 18	33,3	9,0W	55 NW	20 XI 24	*35,3	3,5E	55 NE
(15 IX 18	*34,5	10,0W	56 NW	21 XI 24	*35,3	3,5E	55 NE
(26 VI 19	*34,5	10,0W	56 NW	22 XI 24	*35,3	3,5E	55 NE
(29 VII 19	*33,3	9,0W	55 NW	10 VI 25	*35,3	3,5E	55 NE
(5 VIII 19	*33,3	9,0W	55 NW	24 VI 25	*35,3	3,5E	55 NE
25 II 20	35,0	10,0E	56 NE	2 VII 25	*36,5	1,5E	55 NE
(1 IX 20	35,5	6,4W	55 NW	4 VIII 25	23,7	0,0	37 NW
22 X 21	34,0	4,0E	55 NE	30 IX 25	*34,0	4,0E?	55 NW
15 III 22	25,0	2,0E	37 NE	19 X 26	*35,5	2,5W	55 NW
27 VII 22	35,5	2,5W	55 NW	6 XI 26	*35,5	2,5W	55 NW
2 VIII 22	*35,5	2,5W	55 NW	13 XI 26	*35,5	2,5W	55 NW
25 VIII 22	36,5	1,5E	55 NE	17 XI 26	*35,5	2,5W	55 NW
19 XI 22	*36,5	1,5E	55 NE	12 IX 27	34,5	4,0W	55 NW
16 III 24	35,0	6,0E	55 NE	30 IX 27	*35,5	2,5W	55 NW
19 VII 24	*34,0	4,0E	55 NE	3 XII 27 (2)	35,7	2,5W	55 NW
5 XI 24 (13)	35,3	3,5E	55 NE	11 II 28	32,0	1,5W	55 NW
6 XI 24 (23*	35,3	3,5E	55 NE	5 VII 28	*36,5	1,5E	55 NE
7 XI 24 (16*	35,3	3,5E	55 NE	24 VIII 28	34,3	1,3E	55 NE
8 XI 24 (10*	35,3	3,5E	55 NE	3 XII 28	34,5	7,0E	55 NE
9 XI 24 (9*	35,3	3,5E	55 NE	28 III 29	34,0	4,0	55 NE
10 XI 24 (3*	35,3	3,5E	55 NE	(7 III 30	31,4	11,4W	56 NW
11 XI 24 (5*	35,3	3,5E	55 NE	9 VIII 30 (2)	33,6	6,2W	55 NW
12 XI 24	*35,3	3,5E	55 NE	13 VIII 30	*33,6	6,2W	55 NW
16 XI 24	*35,3	3,5E	55 NE	9 IX 30	33,7	3,0W	55 NW
18 XI 24	*35,3	3,5E	55 NE	24 XII 30	*34,5	4,0W	55 NW

2/ AFRIQUE OCCIDENTALE FRANÇAISE.

Néant.

3/ AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE.

(21 I 17	3°,0S	10°,0E?	2 SE	26 VIII 27	4°,5N	17°,0E	2 NE

4/ CÔTE FRANÇAISE DES SOMALIS.

(30 X 26	11°,5N	43°,5E	23 NE	18 V 29	11°,5N	42°,0E	23 NE
(31 X 26 (2)	*11,5	43,5	23 NE	25 X 30 (2)	*11,5	42,0	23 NE
(22 I 29	*11,5	43,5	23 NE	(27 X 30	*11,5	43,5	23 NE

5/ MADAGASCAR ET DÉPENDANCES : Comores, Mascareignes.

(8 V 15	26°,0S	38°,0E	40 SE	(21 X 19	*26°,0S	38°,0E	40 SE
(23 VIII 18	10,0	44,0	23 SE				

6/ AUTRES ÎLES DE L'OCÉAN INDIEN : Kerguelen, Amsterdam, St-Paul et Terres de Willeres.

(5 X 29	37°,0S	77°,5E	62 SE	15 X 20	75°,0S	150°,0E	142 SE
11 VIII 18	73,0	90,0E?	136 SE	(22 V 29	61,7	152,6E	124 SE
17 VIII 18	77,0	110,0E?	138 SE	(14 IX 30	61,0	150,0E	124 SE
14 XI 18	66,0	145,0E?	123 SE	(13 XII 30	61,0	148,0E	123 SE

7/ INDOCHINE ET INDE FRANÇAISE.

22 III 18	19°,8N	103°,3E	29 NE	23 XII 25	*20°,0	101°,5	47 NE
(16 XI 19	15,5	109,0	29 NE	29 III 26	*20,0	101,5	47 NE
9 XII 19	*19,8	103,3	29 NE	15 VIII 26	*14,0	109,0	29 NE
26 XII 24	14,0	109,0	29 NE	11 IX 26	20,8	106,6?	47 NE
22 XII 25	20,0	101,5	47 NE	16 V 30	*20,0	101,5	47 NE

8/ POSSESSIONS FRANÇAISES DU PACIFIQUE.

A- Océanie Française Occidentale : a) Nouvelle Calédonie et dépendances - Nouvelles Hébrides - Iles Chesterfield.

Date	Latitude	Longit.	Maille	Date	Latitude	Longit.	Maille
(10 XI 13	18°,0S	170°,0E	36 SE	(16 VII 23	*16°,0S	168°,0E	35 SE
(11 IV 14	16,0	168,0	35 SE	(10 XI 23	*16,0	168,0	35 SE
(26 VI 14	13,0	166,8	35 SE	(2 XII 23	17,5	168,8	35 SE
(5 I 15	16,5	168,5	35 SE	(25 I 24	*16,5	168,5	35 SE
(14 V 17	18,0	167,0	35 SE	(16 II 24	*15,0	165,0	35 SE
29 V 17	16,2	168,2	35 SE	(17 II 24	*15,0	165,0	35 SE
(16 VIII 17	*16,0	168,0	35 SE	(3 IV 24	*16,2	165,4	35 SE
(26 VIII 17 (2)	*16,5	168,0	35 SE	(20 VII 24	*18,5	168,5	35 SE
(5 IX 17	*16,0	168,0	35 SE	(13 VIII 24	*16,0	168,0	35 SE
(9 IX 17	*16,0	168,0	35 SE	(5 X 24	*20,6	168,8	53 SE
(20 IX 17	*16,0	168,0	35 SE	(15 XII 24	*15,7	167,3	35 SE
(20,21,23,25,31 X	autres réplques		35 SE	(22 III 25	*18,5	168,5	35 SE
(29 XI 17	*16,0	168,0	35 SE	(25 IV 24 (2)	19,0	166,0	35 SE
(19 II 18	*18,0	168,0	35 SE	(28 XI 25	*18,0	167,0	35 SE
(27 II 18	16,0	164,5	35 SE	(5 I 26	*14,0	166,5	35 SE
(20 III 18	*13,0	166,8	35 SE	(26 I 26	*20,6	168,8	53 SE
(21 III 18	18,0	167,0	35 SE	(29 I 26 (2)	*20,6	168,8	53 SE
(24 III 18	18,0	170,1	36 SE	(3 II 26	*20,6	168,8	53 SE
(27 III 18	18,0	167,0	35 SE	(3 VI 26	*16,0	168,0	35 SE
(15 IV 18	*13,0	166,8	35 SE	(25 VI 26	*16,2	165,4	35 SE
(26 VI 18	*16,0	168,0	35 SE	(26 VII 26	*21,5	169,0	53 SE
(29 VII 18	*18,0	167,0	35 SE	(6 IX 26	*14,0	166,5	35 SE
(11 VIII 18	*16,0	168,0	35 SE	(7 X 26	*20,6	168,8	53 SE
(25 IX 18	*16,0	168,0	35 SE	(3 XII 26	*18,0	167,0	35 SE
(4 XII 18	*13,0	166,8	35 SE	(5 I 27	*18,5	168,5	35 SE
(22 III 19	*18,0	170,1	36 SE	(24 I 27 (2)	*18,5	168,5	35 SE
(29 VIII 19	15,0	165,0	35 SE	(25 I 27 (2)	*18,5	168,5	35 SE
(31 VIII 19	*15,0	165,0	35 SE	(26 I 27 (2)	*18,5	168,5	35 SE
(ou bien	15,7	163,3	35 SE	(4 II 27	*18,5	168,5	35 SE
(20 XI 19	*13,0	166,8	35 SE	(12 IV 27	*18,5	168,5	35 SE
(22 I 20	*16,0	168,0	35 SE	(10 VII 27	*16,2	165,4	35 SE
(29 I 20	*18,0	170,1	36 SE	(13 IX 27	*18,0	167,0	35 SE
(10 II 20 (2)	*11,7	162,5	35 SE	(18 III 28	*17,5	168,8	35 SE
(27 II 20 (2)	*18,0	167,0	35 SE	(29 III 28	*20,6	168,8	53 SE
(6 VII 20	*15,7	167,3	35 SE	(21 IV 28	*17,5	168,8	35 SE
(15 VIII 20	*13,0	166,8	35 SE	(24 VIII 28	*16,0	168,0	35 SE
(29 VIII 20	*18,0	170,1	36 SE	(9 X 28	16,0	163,5	35 SE
(20 IX 20 (2)	20,6	168,8	53 SE	(6 XI 28	*20,6	168,8	53 SE
(21 IX 20	*18,0	167,0	35 SE	(10 XI 28	*20,6	168,8	53 SE
(24 X 20	16,2	165,4	35 SE	(19 XI 28	*20,6	168,8	53 SE
(7 XII 20	*13,0	166,8	35 SE	(26 II 29	*20,6	168,8	53 SE
(16 XII 20	*13,0	166,8	35 SE	(16 III 29	18,0	164,0	35 SE
(31 VII 21	*15,7	167,3	35 SE	(14 IV 29	*21,5	169,0	35 SE
(15 VIII 21	*18,0	167,0	35 SE	(22 V 29	*14,0	165,5	35 SE
(15 X 21	14,0	166,5	35 SE	(1 VII 29	*15,0	165,0	35 SE
(2 XII 21	*20,6	168,8	53 SE	(22 VIII 29	*20,6	168,8	53 SE
(11 IV 22	*18,0	167,0	35 SE	(10 III 30	*18,5	168,5	35 SE
(11 IV 22	*14,0	166,5	35 SE	(12 III 30	*18,5	168,5	35 SE
(25 IV 22	*13,0	166,8	35 SE	(20 IV 30	*14,7	166,0	35 SE
(3 VIII 22	18,5	168,5	35 SE	(12 V 30	*20,6	166,8	53 SE
(1 II 23 (2)	21,5	169,0	53 SE	(14 IX 30	14,3	163,5	35 SE
(11 V 23	*14,0	166,5	35 SE	(5 X 30	*18,0	170,1	36 SE
(22 VI 23	*15,0	165,0	35 SE	(8 X 30	13,5	169,0	35 SE

A- Océanie Française Occidentale : b) Iles Hern et Wallis

(12 II 17	22°,0S	170°,0E	54 SE	(10 II 25 (4)	*22°,0	170°,0	54 SE
(12 I 19	*22,0	170,0	54 SE	(ou	21,0	171,5	54 SE
(1 IX 19	*22,0	170,0	54 SE	(21 II 25	*22,0	170,0	54 SE
(11 V 22	*22,0	170,0	54 SE	(16 III 28	22,8	170,5	54 SE
(12 V 22	*22,0	170,0	54 SE	(17 III 28	*22,8	170,5	54 SE
(9 II 25	*22,0	170,0	54 SE	(18 III 28 (2)	*22,8	170,5	54 SE

B- Océanie Française Orientale.

(21 V 18	22°,0S	141°,0W?	51 SW
ou	32,0N	119,0W?	

C- Ile Clipperton.

(14 XI 19	11°,0N	108°,0W	29 NW	(2 VIII 27	12°,5N	109°,7	29 NW
(2 IV 22	*11,0	108,0	29 NW				

LES ÉPICENTRES DES SÉISMES DANS L'EMPIRE COLONIAL FRANÇAIS

9/ ANTILLES FRANÇAISES.

(3 X 14	*16°,0N	64°,0W	25 NW	(7 VII 25	(2) 18°,0N	62°,0W	25 NW
(27 VII 17	*16,0	64,0	25 NW	(8 VII 25	(3) *18,0	62,0	25 NW
(9 VIII 17	*16,0	64,0	25 NW	(11 VII 25	*18,0	62,0	25 NW
(11 VI 18	*19,3	62,5	25 NW	(29 IX 25	18,0	63,0	25 NW
(30 VIII 19	*19,3	62,5	25 NW	(ou bien	18,0	64,0	25 NW
(22 XII 21	*19,3	62,5	25 NW				

10/ GUYANE FRANÇAISE.

Néant.

11/ SAINT PIERRE ET MIQUELON.

(18 XI 29	(2) 44°,5N	55°,9W	78 NW	(19 XI 29	44°,5N	55°,9W	78NW

12/ SYRIE. (Levant sous mandat français)

(29 IX 18	35°,2N	34°,7E	58 NE	23 VIII 28	36°,5N	36°,0E	58NE
(19 VIII 19	*35,2	34,7	58 NE	16 V 29	*36,5	36,0	58NE
(18 II 24	*35,2	34,7	58 NE				

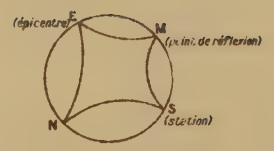


Fig I

Réflexions des ondes

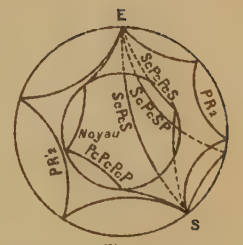


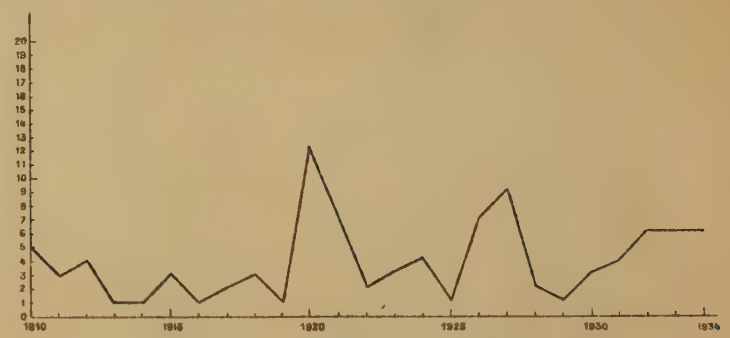
Fig 2

Ondes longitudinales — Ondes transversales

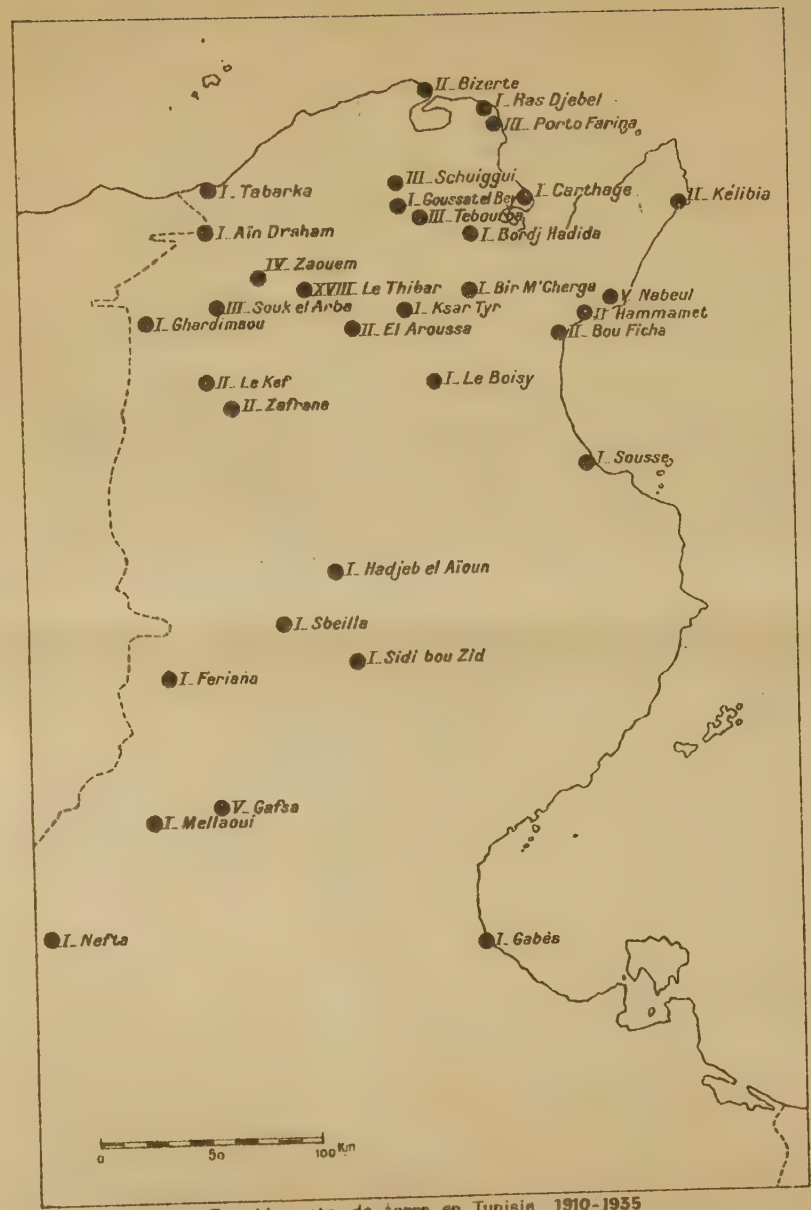
LES PHASES DES SÉISMES A ÉPICENTRES LOINTAINS

TABLEAU CHRONOLOGIQUE DU NOMBRE DE SÉISMES

N° Région et mailles.	1917	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1/Afrique du Nord 37,55,56 NE et NW	-	2	3	2	1	5	-	(16)	5	4	3	4	1	5
2.3.4/ A.E.F. A.O.F. Somalie 2 SE, 2 NE, 23 NE	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2	2
5/Madagascar et dép. 23,40 SE	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6/Iles et Antarctide. 62, 123, 124, 136, 138, 142 SE.	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
7/Indochine et Inde 29 NE, 47 NE	-	1	2	-	-	-	-	1	2	3	-	-	-	1
8/A- Océanie Occidentale. 54 SE.	(15)	12	6	15	4	6	7	8	10	11	11	12	6	7
8/ B-C. Occ.Orient et Clipperton. 29 NW.	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
9/ Antilles. 25 NW.	2	1	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
10/Guyane.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
11/Terre Neuve. 78 NW.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-
12/Syrie. 58 NE.	-	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-
TOTAL.....	(18)	22	15	18	6	12	7	(26)	24	20	16	17	15	17

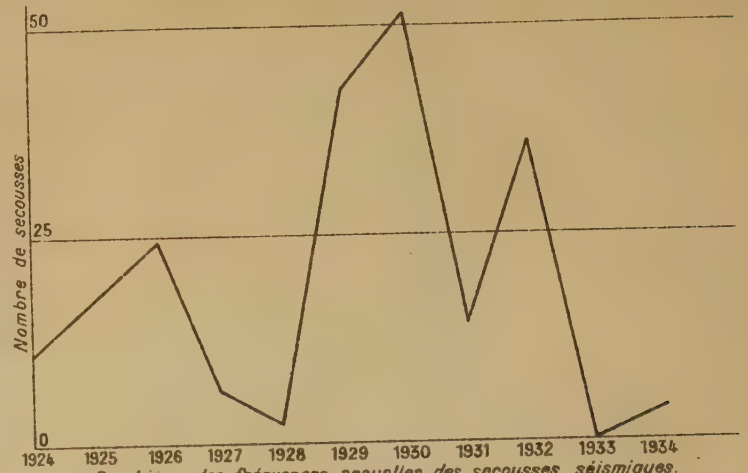


Fréquence des tremblements de terre en Tunisie 1910-1934.

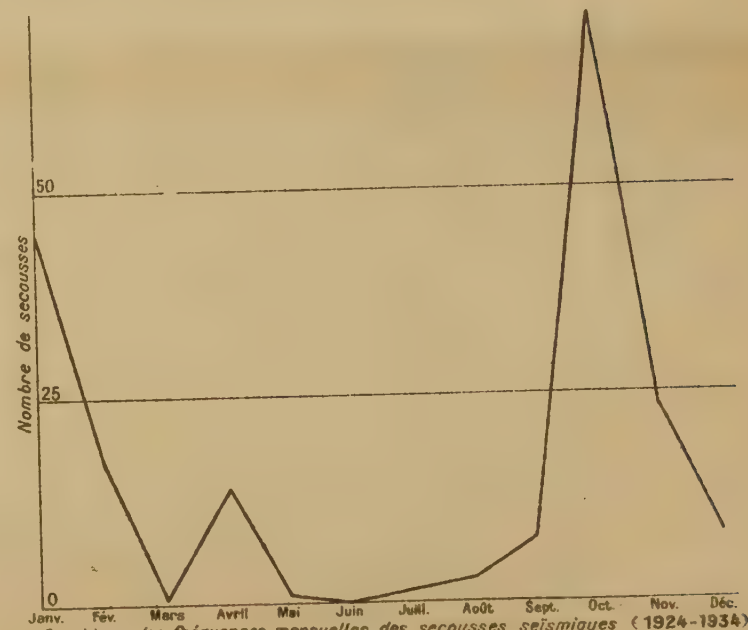


Tremblements de terre en Tunisie 1910-1935

STATION MÉTÉOROLOGIQUE DE DJIBOUTI (Lat.: 11°34'N. Long.: 43°02'E.Gr.)



Graphique des fréquences annuelles des secousses séismiques.



Graphique des fréquences mensuelles des secousses seïsmiques (1924-1934)

SECOUSSES SEISMIQUES PERCEPTIBLES A DJIBOUTI DE 1924 à 1934

Coordonnées: L: 11°34'N Lg: 43°02'E de Gr.
Altitude moyenne : 6 mètres

Sous-sol: bancs madréporiques, bancs argilo-schisteux

Date	Heure locale	Secousses			Remarques.
		Nombre	Direction	Intensité	
1924					
26 Sept.		1		2-3	
27 Sept.		1		2-3	
28 Sept.		1		2-3	
19 Oct.	21h00	1	Nord-Sud	2-3	
20 Oct.	9h30	2	Nord-Sud	2-3	
20 Oct.	10h15	2		2-3	
20 Oct.	10h20	2		2-3	
19 Nov.	13h45	1		2-3	11 secousses en 1924.
1926					Pas de secousse en 1925.
28 Avr.	0h00	1		2-3	
29 Oct.	23h00	2		2-3	Les deux secousses sont séparées par un intervalle de quelq. secondes.
30 Oct.	de 4h30 à 5h30	5		2-3	
31 Oct.	20h30	2		2-3	
31 Oct.	23h00	3		2-3	
2 Nov.		3		2-3	
6 Nov.	12h50	1		2-3	
10 Nov.		1		2-3	
11 Nov.		1		2-3	
16 Nov.		1		2-3	
30 Nov.		1		2-3	
1r Déc.		2		2-3	24 secousses en 1926.
3 Déc.		1		2-3	
1927					
6 Janv.	nuit	5		2-3	
11 Févr.	6h40	1		2-3	7 secousses en 1927.
12 Mars	18h00	1		2-3	
1928					
8 Avr.	11h42	1		2-3	2 secousses en 1928.
21 Sept.	23h45	1		2-3	
1929					
22 Janv.	17h45	2	Nord-Sud	8-9	Un bâtiment de la station de ch.de fer s'écroule. La 2me secousse s'est produite 5" après la première.
22 Janv.	19h30	1		2-3	
22 Janv.	23h30	1		2-3	
22 Janv.	de 1h00 à 7h00'	9		2-3	Ces secousses se succèdent à intervalles réguliers de 45'
23 Janv.	8h15	1		2-3	
23 Janv.	14h00	1		2-3	
23 Janv.	16h15	1		4-5	
23 Janv.	18h00	1		2-3	
23 Janv.	22h15	1		2-3	
24 Janv.	2h00	1		3-4	
24 Janv.	4h00	1		4-5	
24 Janv.	12h15	1		2-3	
24 Janv.	14h20	1		4-5	
24 Janv.	18h00	1		3-4	
25 Janv.	nuit	3		3-4	
26 Janv.	16h30	1		2-3	
28 Janv.	2h55	1		4-5	
29 Janv.	20h35	1		3-4	
30 Janv.	20h40	1		3-4	

Date	Heure locale	Secousses			Remarques
		Nombre	Direction	Intensité	
1929					
2 Févr.	5h35	3		2-3	
7 Févr.	18h20	2		2-3	
8 Févr.	8h15	2		2-3	
21 Févr.	19h45	1		2-3	
21 Févr.	21h15	1		2-3	
19 Avr.	22h50	1		2-3	
25 Avr.	18h50	1		2-3	
5 Août	5h50	1		3-4	
27 Sept.	22h45	1		3-4	
1930					
30 Mai	13h15	1		2-3	
17 Oct.	8h12	1		3-4	
17 Oct.	16h35	1		3-4	
17 Oct.	21h15	1		3-4	
19 Oct.	9h30	2		3-4	
23 Oct.	13h40	2		3-4	
23 Oct.	21h55	2		3-4	
25 au 30		40		2-3-4	Ces secousses se succèdent à intervalles réguliers.
31 Oct.		1		3-4	
7 Nov.	18h30	1		2-3	
8 Nov.	7h40	1		2-3	
12 Nov.	4h40	2		2-3	56 secousses en 1930.
23 Nov.	22h45	1		2-3	
1931					
17 Janv.	13h22	2		3-4	
3 Févr.	4h30	1		2-3	
4 Févr.	5h50	1		2-3	
3 Août	14h45	1		2-3	
4 Août	2h00	1		2-3	
15 Sept.	8h30	2		2-3	
22 Oct.	2h00	1		3-4	
21 Déc.	6h45	1		3-4	
21 Déc.	6h55	1		3-4	
21 Déc.	11h45	1		3-4	14 secousses en 1931.
21 Déc.	14h55	2		3-4	
1932					
30 Janv.	22h30				
	22h45	14		2-3-4	
1r Févr.		3		2-3	
11 Févr.	14h30				
	15h10	3		2-3	
14 Avr.	nuit	5		2-3-4	
15 Avr.	nuit	4		2-3-4	
21 Juill.	11h45	1		2-3	
21 Juill.	23h10	1		2-3	
3 Oct.	12h45	1		2-3	
3 Oct.	22h00	1		2-3	
12 Nov.	5h15	2		2-3	35 secousses en 1932.
1934					Pas de secousse en 1933.
6 Oct.	20h30	1		2-3	
7 Oct.	3h00	2		2-3	
					3 secousses en 1934

qui permet d'obtenir la meilleure concordance de l'ensemble des phases. Ici encore, on peut se heurter à de sérieuses difficultés, dues au fait que les P_n peuvent manquer ; la phase initiale peut être $R_s \bar{P}$ ou $R_{s^2} \bar{P}$; il peut arriver aussi qu'il soit impossible de l'interpréter.

d) *Distances épicentrales supérieures à* 1.300 *km.* — La phase la plus importante est $R_{s^2} \bar{S}$, mais elle peut parfois être masquée par les ondes superficielles, s'il s'agit d'un séisme important. La phase S_n apparaît souvent avec netteté : en ce cas, l'interprétation est facile. La difficulté réside encore dans le fait que la phase initiale, au lieu d'être P_n peut être $R_s \bar{P}$ ou $R_{s^2} \bar{P}$.

On voit donc que de sérieuses difficultés peuvent se produire et qu'il y a lieu d'être très prudent dans les interprétations, surtout s'il s'agit de petits phénomènes dont le début n'est pas net. On a souvent le choix entre plusieurs hypothèses : l'incertitude peut généralement être levée quand on a à sa disposition les données de plusieurs stations rapprochées.

J'indique ci-dessous un certain nombre d'exemples d'interprétation. Les distances adoptées sont celles qui correspondent aux épicentres déterminés à l'aide des données des stations voisines.

21 *février* 1933. — Jura Souabe, ressenti faiblement à Strasbourg, distance : 100 kilomètres :

		Différences O-C
$i\bar{P}$	15 h. 49 m. 05 s.	
$i\bar{S}$	13	0
$R_i \overline{PS}$	20	–1

Dans ce cas, aucune difficulté, les $\bar{P}$ et les $\bar{S}$ sont très nets, et les différences 0–C entre les heures observées et les heures calculées pour les phases sont réduites au minimum pour une profondeur de 25 kilomètres.

27 *juin* 1935. — Jura Souabe, ressenti à Strasbourg, distance 140 kilomètres.

Ici l'on observe des P_n petits mais nets, des $\bar{S}$ très nets, et 2 s. après les P_n une phase qui ne peut être que $\bar{P}$. Or, pour cette distance, les P_n ne figurent pas sur la table correspondant aux profondeurs de 0 à 45 kilomètres. Le tableau suivant indique les différences 0-C observées en adoptant successivement les profondeurs de 45 et 57 km.

		Différences O–C	
iP_n	17 h. 19 m. 54 s.	45 km	57 km
$i\bar{P}$	56	»	–1 s.
$R_i \bar{P}$	20 m. 07 s.	0	»
$i\bar{S}$	13 s.	+1 km	–3 s.

L'examen des valeurs 0-C montre que la profondeur est comprise entre 45 et 57 kilomètres ; elle doit être d'environ 50 kilomètres.

11 *avril* 1935. — Apennins de Bologne, distance 410 kilomètres.

Les phases P_n, $\bar{P}$ et $\bar{S}$ sont nettes, l'interprétation est la suivante pour une profondeur de foyer de 25 kilomètres :

		Différences 0–C
P_n	1 h. 27 m. 33 s.	s.
$i\bar{P}$	43 s.	—1
$R_s \bar{P}$	47 s.	+1
$i\bar{S}$	28 m. 35 s.	+1
$R_{s^2} \bar{S}$	59 s.	+2

21 *octobre* 1932. — Alpes orientales, distance 470 kilomètres.

Il s'agit d'une petite inscription où les P_n manquent ; les $\bar{P}$ sont faibles et les $\bar{S}$ sont la seule phase vraiment importante (profondeur du foyer : 25 km.) :

		Différences 0–C
$e\bar{P}$	18 h. 44 m. 36 s.	s.
$R_{i^2} \bar{P}$	42 s.	0
$R_i \overline{PS}$	45 m. 14 s.	+3
$i\bar{S}$	32 s.	—2

26 *septembre* 1933. — Région Sulmano (victimes), distance 880 kilomètres.

Les $R_s \bar{S}$ et les $R_{s^2} \bar{S}$ sont nettes et de même importance, les S_n apparaissent faiblement (profondeur 25 km.) :

		0–C
P_n	3 h. 35 m. 18 s.	s.
eS_n	36 m. 55 s.	+1
$R_s \bar{S}$	37 m. 47 s.	+3
$R_{s^2} \bar{S}$	53 s.	+1

8 *mars* 1931. — Région Salonique (dégâts), distance 1.460 kilomètres.

Les S_n et les $R_{s^2} \bar{S}$ sont nettes (profondeur 25 km.) :

		0–C
iP_n	1 h. 53 m. 20 s.	s.
S_n	55 m. 55 s.	+2
$iR_{s^2} \bar{S}$	57 m. 30 s.	0

C. Bois.

Tableau destiné à faciliter l'interprétation des phases des séismes rapprochés

DISTANCE		PHASE INITIALE		PHASE LA PLUS IMPORTANTE	
		SYMBOLE	REMARQUES	SYMBOLE	REMARQUES
0 à 200 km	A.	$\overline{P}$	pas d'interprétation possible	$\overline{S}$	R_1 $\overline{PS}$ souvent assez nette.
	B.	$\overline{S}$			
200 à 500 km	A.	P_n	$\overline{P}$ apparaît quelques secondes après P_n, $\overline{P}$ supérieur à P_n	$\overline{S}$	
	B.	$\overline{P}$, R_S $\overline{P}$ ou R_{S^2} $\overline{P}$			
500 à 1300 km	A.	P_n	On n'observe plus $\overline{P}$	R_S $\overline{S}$ ou R_{S^2} $\overline{S}$	$\overline{S}$ est moins importante que R_S $\overline{S}$ et R_{S^2} $\overline{S}$
	B.	R_S $\overline{P}$ ou R_{S^2} $\overline{P}$			
au-delà de 1300 km	A.	P_n		R_{S^2} $\overline{S}$	S_n apparaît souvent avec netteté.
	B.	R_S $\overline{P}$ ou R_{S^2} $\overline{P}$			

A = inscriptions d'importance au moins moyenne.
B = petites inscriptions.

Les phases des séismes à épicentres lointains

Les colonies françaises sont à des distances variables de la métropole. Or l'on sait que les inscriptions de séismes différent totalement suivant les distances épicentrales. Les séismes qui émanent des épicentres coloniaux inscrits en France présentent donc toute la série des phases complexes. Il a paru utile de publier, dans ce numéro consacré à la séismologie coloniale, un tableau résumé de ces phases.

Parmi les ondes inscrites, il y a lieu de distinguer deux catégories :

I. Celles dont l'existence peut être dite *certaine*, parce qu'elle est basée sur les lois générales de l'élasticité ;

II. Celles qui ont un caractère hypothétique parce que, pour les expliquer, on fait appel à des hypothèses diverses sur la constitution du globe terrestre.

I. — 1° On sait que lorsqu'un ébranlement se produit en un point du globe terrestre deux genres de vibrations prennent naissance : les unes se propageant par compressions et dilatations successives, les autres se propageant au contraire sans variations de volume. Leurs directions de vibration sont nettement différentes : les premières vibrent dans la direction du déplacement, d'où le nom d'*ondes longitudinales*, les autres ont non plus un axe mais un plan de vibration perpendiculaire en chaque point au sens de la propagation, d'où le nom d'*ondes transversales*. Les vitesses de propagation sont différentes : les ondes longitudinales arrivent les *premières* (ondes P), les transversales les *secondes* (ondes S).

2° Ces ondes peuvent se réfléchir une ou plusieurs fois à la surface de l'écorce. C'est ainsi que prennent naissance les ondes suivantes : PR_1, PR_2, PR_3 ... SR_1, SR_2, SR_3, etc.

Il faut également tenir compte des réflexions s'effectuant sur l'axe ENS (Fig. 1, page 16) donnant naissance aux ondes PR'_1, PR'_2, ... SR'_1, SR'_2, pouvant prendre une certaine importance pour des distances épicentrales de l'ordre de 16 à 18.000 kilomètres.

3° A côté de ces réflexions simples, on envisage aussi celles où les P donnent lieu, après réflexion, à la formation d'ondes S ou inversement. Dans le cas des ondes longitudinales il y a toujours formation

de deux ondes réfléchies : une longitudinale et une transversale, mais pour les ondes transversales l'existence des ondes réfléchies est soumise à certaines conditions d'incidence.

Dans le cas d'une réflexion unique, on aura toujours PS et parfois SP. Si la terre était homogène, ces deux ondes devraient avoir rigoureusement le même temps de propagation.

A PR_2 se relient PPS et PSS, l'existence des ondes SPP et SSP étant plus douteuse.

Une triple réflexion donnera naissance à une infinité d'ondes dont les principales seront PPPS PPSS, PSSS.

II. — 1° En plus de ces ondes, d'autres peuvent provenir des réflexions et des réfractions sur des surfaces supposées de discontinuité. On admet l'existence d'un noyau dense : théoriquement un grand nombre de cas doivent être pris en considération pour une onde ne subissant pas de réflexions.

Ils sont donnés dans le tableau suivant, dressé par Gutenberg (1) :

ONDE			NOM	REMARQUES
ÉCORCE	NOYAU	ÉCORCE		
P	P	P	P′	Onde longitudin. directe
P	P	P	$P_c P_c S$	Même temps de propagation.
S	P	P	$S_c P_c P$	
P	S	P	$P_c S_c P$	
S	P	S	$S_c P_c S$	
S	S	S	$S_c S_c P$	Même temps de propagation.
P	S	S	$P_c S_c S$	
S	S	S	S′	Onde transvers. directe.

L'indice *c* signifie que ces ondes ont atteint le noyau (core).

Les ondes, dont le sens de vibration était longitudinal à travers le noyau, ont toutes été trouvées sur les séismogrammes, et leurs vitesses de propagation ont pu être déterminées. Au contraire, l'existence des ondes transversales ayant traversé le noyau n'a pas pu être prouvée d'une manière certaine. La formation des ondes réfractées est soumise à des conditions d'incidence analogues à celles de la réflexion.

2° A côté des ondes dont il a été question jusqu'à présent et qui doivent être considérées comme des ondes directes, il en existe d'autres ayant subi des réflexions soit à la surface du sol, soit sur la surface de discontinuité entre le noyau et la croûte terrestre. soit encore sur une surface de discontinuité quelconque se trouvant à l'intérieur du globe. Il faut donc s'attendre à trouver un très grand nombre d'*impétus* sur les séismogrammes correspondant à chacun de ces cas. Pour se rendre compte de l'extrême complexité de ce problème, il suffit de voir ce qui se passe lorsqu'il ne se produit qu'une seule réflexion sur le trajet de l'onde séismique. On peut passer en revue toutes les ondes du tableau précédent et faire intervenir une réflexion (Fig. 2, p. 16).

Parmi ces vibrations la plus importante est $\overline{S_c P_c SP}$; on observe souvent aussi $P_c P_c P_c P$, $\overline{S_c P_c P_c P}$ ($= P_c P_c P_c S$) on pourrait admettre l'existence de bien d'autres phases encore mais ces dernières interviennent trop peu dans les interprétations pour qu'il semble nécessaire de les citer ici.

Suivant les distances épicentrales et les régions du globe terrestre, l'une ou l'autre des phases citées plus haut sera particulièrement marquée, mais il est bien évident que l'on pourra difficilement en identifier la totalité sur un seul séismogramme. Au contraire, l'absence de certaines d'entre elles nous permet, en certains cas, de tirer des conclusions intéressantes relatives à la constitution des parties du globe qu'elles auraient dû traverser (1). Des tables relatives à la propagation d'un grand nombre d'ondes ont été publiées par le P. Macelwane, de Saint-Louis (Etats-Unis).

J. Rœss,

Ancien Préparateur au Laboratoire de Géophysique de l'Ecole des Hautes Etudes (Strasbourg).

(1) Gutenberg (B.), *Grundlagen des Erdbebenkunde* (Berlin, 1927).

(1) Parmi les surfaces de discontinuité figure celle qui est à une cinquantaine de kilomètres de profondeur (transition probable entre la lithosphère et la pyrosphère). Les phases correspondantes font l'objet de l'article précédent, rédigé par M. Bois.

Les épicentres des séismes dans l'Empire Colonial Français

La méthode microséismique d'observation instrumentale des tremblements de terre, grandement perfectionnée au cours des dernières années, tant au point de vue théorique que technique, est la seule qui nous renseigne avec précision sur les séismes importants ayant leur épicentre dans des régions inhabitées. L'Empire colonial français comprend quelques régions très peu peuplées, des îles et des zones exclusivement océaniques dans lesquelles il ne saurait exister d'observation directe, ou macroséismique, des tremblements de terre. Les études microséismiques permettent cependant de distinguer celles de ces régions qui sont sujettes aux grands tremblements de terre.

La liste ci-dessous (1) comprend les épicentres situés dans les possessions françaises ou à proximité. Elle est extraite d'un catalogue (2) comprenant plus de 6.000 fiches, groupant les épicentres déterminés par la méthode microséismique depuis l'année 1913 jusqu'en 1930. La position des épicentres est fixée par les coordonnées géographiques : latitude et longitude (comptée à partir du méridien de Greenwich). Les parenthèses désignent les épicentres marins à proximité des possessions françaises ; l'astérisque rappelle qu'un séisme antérieur avait le même épicentre. On a mis entre parenthèses le nombre, s'il est supérieur à 1, des secousses ayant eu lieu à la date indiquée.

1. Si on excepte l'Afrique du Nord, dont une grande partie est séismique, l'*Afrique Française* apparaît très stable. Il y a exception encore pour la
4. Côte Française des Somalis, où il y a un épicentre continental sur la frontière éthiopienne et un épicentre marin, plus actif encore, dans le golfe de Tadjourah. De légères secousses sont ressen-
3. ties chaque année à Djibouti. Un épicentre est situé dans le Haut-Congo, un autre, de position très douteuse, sur la côte du Gabon. Pour la
2. Côte d'Or et le Togo, il y a lieu de rappeler les importants séismes de 1906 et 1907. Il n'y a pas eu de séismes plus récents.

Les *îles de l'Océan Indien* sont situées dans de
6. vastes régions très calmes. On ne relève qu'un épicentre, au voisinage de l'île Amsterdam.
5. Madagascar, les Comores et les Mascareignes sont faiblement séismiques. Un épicentre actif est situé à l'entrée S du canal de Mozambique.
6. Plusieurs épicentres ayant donné lieu à de très forts séismes sont situés dans la partie française du *Continent antarctique.*
7. L'*Indochine* compte plusieurs épicentres, les principaux étant situés dans les montagnes du Laos, sur la côte de l'Annam, sur le Mékong. Chandernagor et les Etablissements de l'Inde situés dans les vallées et deltas du Gange et du Bramapoutre sont souvent affectées par des séismes. La plus récente catastrophe est celle de Quetta, du 30 mai 1935.
8. L'*Océanie Française Occidentale* est très séismi-
A, *a* que, spécialement le groupe des Nouvelles-Hébrides : au nord, à l'est et au sud de ce groupe se trouvent plusieurs foyers très actifs d'où sont issus des séismes très violents quelquefois ressentis sur les îles. Les raz de marée et les quatre volcans très actifs y causent cependant plus de dégâts.

b. Les îles Horn et Wallis sont éloignées de 4 à 500 kilomètres des grands foyers actifs, près des îles Tonga et Samoa.

B Les très nombreuses îles de l'*Océanie Française*
C *Orientale* sont aséismiques. Le récif isolé de Clipperton comporte un épicentre dans son voisinage.

9 Les *Antilles Françaises* sont très séismiques. Les dégâts causés par les séismes de toutes intensités sont généralement inférieurs à ceux occasionnés par les typhons, les éruptions volcaniques et les raz de marée.

---

(1) Voir tableaux pages 15 et 16. On a fait figurer sur ces tableaux les épicentres des possessions dont la séismicité est mieux connue par l'observation directe et les documents historiques, même lorsqu'ils font l'objet d'études spéciales détaillées, publiées dans cette revue. La comparaison des deux sortes de données peut d'ailleurs conduire à des constatations intéressantes. On entend par « maille » un compartiment de la surface terrestre dont les côtés ont dix degrés de longitude et de latitude ; elles sont numérotées en comptant à partir du méridien de Greenwitch et de l'équateur.

(2) Ce catalogue est établi sur fiches de sélection, permettant d'effectuer très rapidement des travaux de ce genre. On en trouvera la description et quelques applications, dans les comptes rendus du 66e Congrès des Sociétés savantes, Toulouse, 1933, Masson. Paris, 1933, pp. 479-486.

10 La *Guyane* est à peu près aséismique, ainsi que les bancs de Terre-Neuve avec *Saint-Pierre et*
11 *Miquelon*. Sur ces îles le grand séisme de 1929 a été ressenti ; le cas est sans précédent.

12 Le *Levant* sous mandat français est situé entre deux régions plus séismiques : la Méditerranée orientale et la vallée du Tigre. Les séismes en Palestine sont également plus fréquents et sont en général ressentis dans les régions limitrophes de Syrie.

On trouvera page 16 un tableau-résumé donnant le nombre de séismes par an pour chaque région.

Pierre STAHL,

Préparateur au Laboratoire de Géophysique de l'Ecole des Hautes Etudes (Strasbourg).

Note sur la fréquence des tremblements de terre ressentis en Algérie

Dans les publications du Bureau central Séismologique international (1), ont paru deux études sur la fréquence des tremblements de terre en Algérie : 1° entre 1911 et 1924 ; 2° entre 1924 et 1932. Elles montrent en particulier que les principales régions signalées comme instables par des travaux antérieurs apparaissent encore comme les plus séismiques au cours de ces dernières années.

L'article actuel complète les études précédentes en groupant les documents recueillis avant 1911. Le lecteur possédera ainsi dans l'ensemble de ces publications tous les renseignements d'ordre séismique, de sources d'ailleurs très diverses, intéressant l'Algérie.

Ayant ainsi constitué un catalogue il m'a paru utile d'essayer, grâce à ces données, de procéder à une comparaison précise de la séismicité des différentes régions algériennes définie d'un côté par les observations antérieures à 1911, de l'autre par celles postérieures à cette année à partir de laquelle il a été possible d'entreprendre une étude systématique et scientifique.

Le relevé complet des séismes ne pouvant, faute de place suffisante, figurer dans cet article, j'indiquerai seulement les sources de ma documentation. Tout d'abord, un historique établi par A. Perrey, dans les Mémoires de l'Académie de Dijon (2), en 1845, donne la liste des tremblements de terre en Algérie et dans l'Afrique septentrionale depuis l'année 408. Les recherches étendues de cet érudit montrent que l'histoire ne nous a transmis que les secousses très importantes. Les catalogues annuels publiés par Perrey sont le point de départ des études détaillées entreprises par la suite sur les phénomènes séismiques algériens.

Ces catalogues embrassent les années 1845 à 1871, leur liste figure dans une notice bibliographique (1) rédigée par MM. Rothé et Godron. Chesneau a fait paraître, dans les *Annales des Mines* (2), un historique s'étendant jusqu'en 1867, mais moins complet que celui de Perrey. Le regretté M. Gonnessiat, Directeur de l'Observatoire d'Alger-Bouzareah, a bien voulu me procurer la liste des séismes de 1871 à 1881, établie grâce à des extraits de journaux, notamment le bulletin météorologique de Bulard, dans l'*Akbar* et dans le *Moniteur d'Algérie*. Pour la période qui s'étend de 1881 à 1888 le catalogue de Chesneau renferme tous les documents que j'ai utilisés. De 1889 à 1908 les tremblements de terre ont été cités dans le *Bulletin du Service météorologique d'Algérie* et pour les deux années 1909 et 1910 dans le *Bulletin mensuel du Bureau central météorologique*. De 1904 à 1908, les séismes algériens ont été également signalés dans les publications du Bureau central de l'Association internationale de séismologie.

Depuis 1850 la documentation est suffisamment abondante pour permettre une comparaison entre les phénomènes notés avant 1911 et ceux qui se sont produits depuis cette date. On pourrait, comme je l'ai fait dans un travail intitulé « La séismologie de l'Afrique du Nord de 1911 à 1931 » (3), étudier l'Algérie au point de vue séismique à l'aide d'un réseau obtenu : 1° en prenant des bandes qui correspondent sensiblement aux différentes zones du

(1) Série B. Monographies. Fasc. n° 2, 1925 ; Fasc. n° 5, 1933.

(2) Partie des Sciences, pp. 299-323.

(1) Alexis PERREY. — *Extrait des Mémoires de l'Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de l'Académie de Dijon.*

(2) *Annales des Mines*, 9e série, 1892 ; Mémoire 1, pp. 5-46.

(3) *Matériaux pour l'étude des Calamités*. Genève, Société de Géographie, n° 28, IV, 1931-1932.

relief général ; 2° en divisant ces régions naturelles dans le sens perpendiculaire au littoral par les limites arbitraires des trois départements. Le tracé des courbes de fréquence annuelle pour chacune des mailles ainsi obtenues donnerait une idée assez concrète de la séismicité des diverses régions. J'ai préféré cependant reprendre la division en quadrilatères sphériques limités par des méridiens distants d'un degré et des parallèles distants également d'un degré.

En général, les centres séismiques se trouvent compris dans un des 19 quadrilatères ainsi obtenus et qui correspondent aux parties les plus instables. Exceptionnellement quelques points se trouvent en dehors des limites fixées, je les ai placés dans la portion la plus rapprochée ; c'est le cas pour Biskra, Saïda, La Calle, etc.

J'ai dressé un tableau des secousses ressenties dans chacune des 19 divisions depuis 1850 jusqu'à 1910, tableau qui met en valeur les régions les plus séismiques. Il est assez curieux de noter les résultats de cette statistique et de les comparer à ceux obtenus de la même manière dans les 20 dernières années.

J'ai condensé les résultats dans le tableau ci-dessous :

Tableau n° 1

N° du quadrilatère	Nombre des secousses			
	Période 1911-1924	Période 1924-1932	Période 1911-1932	Période 1850-1910
I	2	2	4	0
II	47	9	56	95
III	26	16	42	51
IV	96	53	149	150
V	65	42	107	113
VI	39	52	91	75
VII	37	26	63	52
VIII	23	53	76	62
IX	7	9	16	24
X	7	4	11	12
XI	32	26	58	45
XII	12	4	16	12
XIII	6	1	7	6
XIV	4	8	12	11
XV	1	2	3	16
XVI	6	8	14	9
XVII	8	6	14	22
XVIII	4	0	4	1
XIX	3	1	4	1

L'examen des nombres montre combien les observations se rapportant à 1850-1910 sont incomplètes : par exemple dans le quadrilatère IV, 150 secousses ont été signalées de 1850 à 1910 et 149 de 1911 à 1932 ; dans les mêmes intervalles de temps pour le quadrilatère VIII on a noté 62 et 76 secousses. Il faut toutefois remarquer que les quadrilatères gardent une fréquence relative à peu près constante. En effet, si l'on classe les 19 divisions d'après la fréquence de leurs séismes le rang occupé par chacune d'elles est presque toujours le même, comme il ressort du tableau n° 2.

Tableau n° 2

Rang dans le classement	Période 1911-1923	Période 1923-1932	Période 1911-1932	Période 1850-1910
1	IV	IV	IV	VI
2	V	VIII	V	V
3	II	VI	VI	II
4	VI	V	VIII	VI
5	VII	VII et XI	VII	VIII
6	XI	III	XI	VII
7	III	II et IX	II	III
8	VIII	XIV et XVI	III	XI
9	XII	XVII	XII et IX	IX
10	XVII	X et XII	XVI et XVII	XVII
11	X et IX	I et XV	XIV	XV
12	XVI et XII	XIX et XIII	X	X et XII
13	XIV et XVIII	XVIII	XIII	XIV
14	XIV		XVIII, XIX et I	XIII
15	I		XV	XVIII et XIX
16	XV			I
17				
18				
19				

Si l'on consulte le catalogue on peut se rendre compte que les changements dans le classement sont, en général, dus à l'existence de répliques ou plus rarement de chocs prémonitoires accompagnant les séismes intenses. On sent ici l'intérêt qu'il y aurait à introduire un coefficient numérique de séismicité comme le propose M. A. Rey Pastor (1). Quoiqu'il en soit, le simple relevé de toutes les secousses signalées rend compte le plus souvent et d'une manière satisfaisante de la séismicité des diverses régions. Il montre que des observations incomplètes mais prolongées sur un grand nombre d'années conduisent dans ce cas particulier aux mêmes conclusions que des observations systématiques faites pendant un laps de temps relativement court.

(1) *Traits séismiques de la péninsule ibérique* (Madrid, ateliers de l'Institut géographique et cadastral, 1927).

Je ne reparlerai pas, dans cet article, des considérations d'ordre géologique et géographique auxquelles il a été fait appel pour expliquer l'instabilité de certains points. On trouvera l'exposé de cette question dans les études déjà citées.

***

Quelques tremblements de terre ressentis en Algérie avant 1911 présentent un intérêt particulier :

1541. Tremblement de terre important ressenti à Alger, accompagné d'une tempête qui dispersa la flotte que Charles-Quint voulait diriger contre Alger.

1716, 3 février et 26 février. — A Alger, de nombreuses maisons furent renversées, dans la campagne environnante un grand nombre d'habitants moururent écrasés. Les toitures s'effondrèrent et en tombant sur les foyers provoquèrent de nombreux incendies. C'est à cette époque que les maisons furent reconstruites, par ordre du dey, avec des précautions spéciales pour leur assurer plus de résistance. On trouve encore de ces maisons dans certains quartiers indigènes. Elles s'appuient les unes contre les autres, dans tous les sens, comme pour résister à toute secousse, quelle qu'en soit la direction. Elles sont ornées de poutrelles de cèdre qui dépassent notablement les murailles afin de préserver les étages supérieurs d'un effondrement possible, même si les murs venaient à s'écarter.

1790, 8, 9, 10 octobre. — La ville d'Oran fut presque entièrement détruite par des secousses violentes. Le séisme s'étendit sur toute la côte africaine et en Espagne.

1802, 7 novembre. — Une violente secousse ressentie à Alger, Blida et les environs, aurait détruit un village de 200 maisons. Elle aurait été ressentie en mer, à 50 milles de la côte.

1819, mars. — Plusieurs secousses détruisirent un grand nombre de maisons à Mascara et beaucoup de personnes périrent ensevelies sous les décombres.

1825, 2, 3, 4, 5, 6 mars. — Onze secousses violentes eurent lieu dans la région d'Alger. La ville de Blida eut particulièrement à souffrir, elle fut presque totalement détruite, 1.500 personnes auraient péri.

1850, 9 février dans la nuit. — Séisme destructeur dans la province de Constantine. Les villages situés sur la route de Sétif à Bougie ont beaucoup souffert, les mauvaises constructions de Bordj-bou-Arréridj furent détruites.

1856, 21 et 22 août. — Sur le littoral de la province de Constantine s'est produit un tremblement de terre désastreux. L'épicentre semblait être aux environs de Philippeville, tous les villages situés das la vallée du Saf-Saf furent fortement endommagés. Sur la route de Philippeville à Constantine des crevasses se produisirent en plusieurs endroits et on vit l'eau en jaillir. L'eau d'un puits s'éleva tout à coup à la hauteur de 1 m. 50 au-dessus du sol, quelques minutes après il sortit du sable qui recouvrit le puits d'un monticule de 2 mètres de haut.

1860, 27 septembre. — Violente secousse, des maisons s'écroulèrent dans la vallée de l'Oued-Sahel.

1867, 2 janvier. — Tremblement de terre important, le centre d'intensité maximum paraît être Mouzaïaville, la Chiffa, El Affroun, Ameur-el-Aïn et Bou-Roumi, les maisons ont été détruites en grande partie et beaucoup de personnes ont péri ensevelies sous les ruines.

1869, 16 et 19 novembre. — Plusieurs maisons s'écroulèrent au vieux Biskra et dans diverses oasis. Les secousses continuèrent jusqu'au 28 novembre. Dans un rayon de 30 kilomètres autour de Biskra on compte 200 maisons à terre et un grand nombre de blessés.

1885, 16 et 17 janvier. — Sur le territoire de la commune mixte de N'Gaous, destruction de 3 maisons indigènes. Il y a eu un affaissement du sol sur une longueur de 100 mètres et une largeur de 6 mètres, produisant une crevasse de 8 mètres de profondeur.

1885, 3 décembre. — Violente secousse, l'ensemble des points affectés formait un triangle dont la base, longue de 800 kilomètres, correspond à la ligne de rivage Nemours-Collo et dont le sommet se trouve à Gardhaïa. M'Sila, Bou-Saâda, Sétif, Batna et surtout Bordy-bou-Arréridj subirent des dégâts considérables.

1887, 29 novembre. — A Kalaâ, commune de l'Hillil, et dans deux villages voisins, il y eut de grands dommages. Le minaret de la mosquée de Kalaâ s'effondra, écrasant les maisons environnantes ; 331 constructions furent détruites, 20 personnes furent tuées et 5 blessées.

1910, 24 juin. — A Masquerey, près d'Aumale, des maisons s'écroulèrent, il y eut 12 victimes indigè-

nes et 4 agents forestiers furent blessés ; des blocs de rochers se détachèrent de la montagne.

Le choix des principales secousses est assez difficile car suivant les observateurs les mots caractérisent différemment l'intensité des phénomènes. Les séismes relevés plus haut sont ceux qui ont provoqué la destruction de maisons, il n'y pas été tenu compte de la résistance des constructions, facteur qui est, en réalité, très important.

On voit que des secousses d'une telle force se sont produites assez souvent ; leur fréquence est, à notre époque, sensiblement du même ordre et mérite de retenir l'attention des pouvoirs publics et aussi celle des habitants.

Mme A. Hée,
Dr ès-Sciences,
Assistante à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

Les tremblements de terre en Tunisie

Le Service Météorologique de la Régence de Tunis est chargé de recueillir tous les renseignements concernant les séismes en Tunisie. Il dispose, à cet effet, d'une station séismologique comprenant deux séismographes Mainka et d'un réseau de plus de 400 observateurs dispersés dans la Régence.

Etant donné le grand nombre de postes d'observation pour un pays peu étendu, on peut dire que tous les séismes susceptibles d'être ressentis par l'homme ne peuvent passer inaperçus.

Nous les avons dénombrés pour la période 1910-1934 et nous en avons porté la répartition en fonction du temps sur le graphique de la page 16. Leur nombre et leur situation géographique ont été indiqués sur la carte de la page 17.

Il convient, d'abord, de remarquer la faible séismicité de la Tunisie, comparée à celle de l'Algérie. D'autre part, les séismes signalés n'ont jamais été catastrophiques, deux au Thibar ont atteint le degré VIII, le 25 février 1920 et le 8 octobre 1922.

Montessus de Ballore (1) signale cette séismicité. « D'une façon générale, écrit-il, l'instabilité séismique n'atteint pas le degré que l'on aurait pu attendre de son histoire géologique... Le relief de la Tunisie résulte de vigoureuses actions très récentes et cependant elle ne compte point parmi les régions vraiment instables du pourtour méditerranéen ; il y a là une anomalie difficile à expliquer dans l'état actuel de nos connaissances. »

***

L'examen de la carte séismologique montre que c'est dans la région de Thibar, monts de Téboursouk, que se place le maximum de séismicité. 18 secousses ont été enregistrées de 1910 à 1934.

Le Thibar se trouve sur l'emplacement d'un vaste anticlinal à noyau triasique qui s'étend depuis le Djebel Ouenza en Algérie, jusqu'à Mateur en Tunisie.

La principale phase du plissement date de la fin du miocène.

La séismicité de cette région peut trouver sa cause dans les déformations que subit de nos jours le noyau triasiqne (argiles plastiques et gypse soluble).

La côte Est, Hammamet et Nabeul, dans la plaine quaternaire, du cap Bon au sud du Djebel Abel er Kahman, viennent ensuite. 4 séismes à Nabeul et 3 à Hammamet ont été notés. D'après M. Solignac (1), Chef du Service Géologique de la Régence, le plissement du Djebel aurait débuté dès l'Aquitainien, la principale phase du plissement daterait du Sahélien et des effondrements de rivage se seraient produits encore au cours du Quaternaire.

Enfin, dans l'oasis de Gafsa, 5 tremblements de terre se sont produits à Gafsa et 4 à Métlaoui. Gafsa se trouve dans la trouée qui sépare le Djebel Ben Younès de l'Orbata. Ces montagnes formées d'assises du crétacé se trouvent à la limite de deux zones tectoniques distinctes. L'une de ces zones, située vers le Sud, est celle des plis tectoniques orientés sensiblement Est-Ouest, l'autre située plus au Nord-Est, celle des plis NE-SE ; l'orientation de l'anticlinal du Djebel ben Younès étant NW-SE ; il est à remarquer qu'aucune relation ne semble exister entre les lignes tectoniques de ces deux zones. Il semble, en regardant la carte topographique, que le Djebel Younès tronque les autres anticlinaux.

Ceci nous ferait supposer que le Djebel Younès

(1) Montessus de Ballore, *Géographie séismologique*, p. 340.

(1) M. Solignac, *Etude géologique de la Tunisie septentrionale*. Thèse Faculté de Lyon, p. 610.

coïnciderait avec celui d'une discontinuité tectonique importante.

D'après M. Solignac, la principale phase orogénique se serait produite immédiatement après le Pontien (1), mais les mouvements tectoniques ont continué très tard au cours du Quaternaire. R. Vaufrey (2) date de l'Acheuléo-Moustérien, les alluvions redressées de Gafsa. Il est probable que ces mouvements continuent de nos jours.

Enfin quatre secousses ont été enregistrées dans la plaine d'effondrement de l'embouchure de la Médjerda.

***

On voit que la séismicité de la Tunisie est faible. Alors que pendant l'année 1924, 148 séismes ont été observés en Algérie (1) la statistique tunisienne n'en accuse que 4. Montessus de Ballore (2) explique cette différence de séismicité entre les deux pays par le fait que les grands fonds sont éloignés de la côte tunisienne. Alors que l'isobathe 2.500 mètres suit jusqu'à Bône et à une distance moyenne de 75 kilomètres la côte algérienne, l'isobathe la plus voisine du littoral tunisien est celle de 200 mètres.

Cependant, M. Solignac (3) fait remarquer que la cause des tremblements de terre tunisiens, d'origine purement tectonique, est indépendante de la loi qui régit la fréquence de ces phénomènes du voisinage des littoraux à grandes dénivellations.

D. Lacroux,
Directeur du Service Météorologique de la Tunisie.

(1) M. Solignac, *Pontien dans le Sud-Tunisien* (*Annales de l'Université de Lyon*, fasc. 48, pp. 41 et 42).

(2) *Les plissements Acheuléo-Moustériens des alluvions de Gafsa* (*Revue G. Physique Géologique Dynamique*, Paris, 1933, v. 5, f. 3, pp. 299-321.

(1) Mme A. Hée, *La fréquence des tremblements de terre en Algérie*, 1921-1924. Union Géodésique et Physique internationale. Série B. Monographies, Fasc. nº 2.

(2) Montessus de Ballore, *loc. cit.*, pp. 335.

(3) M. Solignac, *loc. cit.*, p. 610.

La séismologie au Maroc

Le Maroc doit à sa position sur le Géosynclinal méditerranéen une séismicité élevée ; elle paraît cependant inférieure à celle de l'Algérie. Aucun tremblement de terre n'a, à des dates récentes, atteint un degré désastreux, mais plusieurs ont atteint le degré VII de l'échelle internationale et causé des dégâts locaux. Les documents fragmentaires que l'on possède ne permettent guère d'étudier d'une manière précise la répartition des foyers d'ébranlement ni d'attribuer un coefficient de séismicité aux différentes zones. On peut cependant, d'après les travaux de Montessus de Ballore (1), L. Gentil (2), Mme Hée (3), J. Galbis Rodriguez (4), G. Roux (1), tracer de la séismicité du pays l'esquisse suivante :

L'instabilité du Riff et du détroit sud-riffain est bien marquée ; elle est comparable à celle de la chaîne et du détroit bétiques. Ces deux zones présentent d'ailleurs une grande analogie de structure tectonique ; les séismes dont elles sont le siège sont vraisemblablement à la fois des tremblements de terre par chevauchement et par décrochement (2). La meseta marocaine et la région des hauts plateaux, caractérisées par un régime de fracture et d'effondrements, sont plus stables ; leur séismicité est cependant loin d'être négligeable : on a ici des tremblements de terre par dislocation. On possède peu de renseignements sur l'Atlas et le bouclier saharien ; on peut dire seulement que ces régions paraissent peu agitées.

On peut espérer que la documentation sera plus

(1) F. Montessus de Ballore, *Les tremblements de terre. Géographie séismologique*, pp. 333, Paris, 1906.

(2) L. Gentil, *Titres et travaux scientifiques. Séismologie*, p. 63, Paris, 1922.

(3) Mme A. Hée, *La séismicité dans l'Afrique du Nord. Matériaux pour l'étude des calamités*. Publ. nº 28. Soc. géogr., Genève, 1932.

(4) J. Galbis Rodriguez, *Cat. Sism. de la zone comprendida entre los mer 5º E y 20º W Gr. y los par. 45º y 25º N.*, Madrid, 1932.

(1) G. Roux, *Notes sur les tremblements de terre ressentis au Maroc avant* 1933 (*Mémoire annuel consacré à la Physique du Globe et la Météorologie*, 1932. *Mém. Soc. Sc. Nat. du Maroc*, nº XXXIX, p. 42, Paris, 1934.

(2) A. Rey Pastor, *Traits sismiques de la Péninsule ibériques*, Madrid, 1927.

complète à l'avenir. Depuis 1929, l'Institut scientifique chérifien recueille les documents relatifs aux séismes marocains; depuis 1932, des enquêtes systématiques sont effectuées pour chacune des secousses signalées et leur résultat est transmis au Bureau central séismologique qui les centralise, les utilise et les publie. En outre, des études détaillées paraissent dans le mémoire annuel de la Société des Sciences naturelles du Maroc consacré à la Physique du Globe et à la météorologie. En 1934, sur la recommandation du Bureau central séismologique, un séismographe Maïnka du type du Bureau central a été installé à la Station du Service de Physique du Globe et de Météorologie de l'Institut scientifique chérifien (Observatoire Averroès), située à 17 kilomètres de Berrechid, aux environs de Casablanca. Diverses difficultés matérielles, notamment le tassement du sol sur lequel sont bâtis les piliers, ont retardé la mise en route définitive de cette station qui va entrer incessamment en service ; elle complètera le réseau nord-africain (Tunis, Alger, Dakar).

En outre, l'étude de l'agitation microséismique pourra présenter un intérêt d'un autre ordre : cette agitation est attribuée à des causes diverses et en particulier à l'agitation de la mer et au choc des vagues et de la houle sur les côtes (1) ; or, les fortes houles, trop souvent ressenties sur le littoral atlantique du Maroc, proviennent en général du passage de dépressions sur certaines zones de l'Atlantique nord (2). On a pu lier également l'agitation microséismique au passage sur l'océan des noyaux dépressionnaires ou des noyaux de variations (3) et on peut se demander si l'agitation de la mer (et notamment la houle) et l'agitation microséismique ne sont pas l'une et l'autre les conséquences d'un même phénomène, d'une même perturbation atmosphérique. L'inscription de cette agitation près des côtes marocaines particulièrement exposées aux fortes houles pourra peut-être permettre à l'étude de la propagation de ces deux sortes de mouvement de s'éclairer mutuellement.

J. Debrach,
Géophysicien à l'Institut scientifique chérifien.

(1) Ch. Maurain et L. Eblé, *L'agitation microséismique et ses relations avec les phénomènes météorologiques* (*La Météorologie*, t. XVI, 1925, p. 193).
E. Rothé, *Le tremblement de terre*, p. 229, Paris, 1932.

(2) M. Montagne, *Le Service de Prédiction de la Houle au Maroc* (*Ann. Hydr.*, 1932).

(3) J. Lacoste, *Dix années d'observations sur les Mouvements microséismiques à Strasbourg* (*Publ. du Bur. Centr. Séism. Intern*, Sér. A., Tr. Sc., fasc. 7, p. 16, Toulouse, 1932).

La séismologie dans les Etats du Levant sous Mandat Français

Historiquement, la Syrie (1) a été fréquemment ébranlée par de sérieux et même désastreux tremblements de terre. Tholozan [4], dans sa note à l'Académie des Sciences sur les séismes du Proche-Orient entre le VIIe et le XVIIe siècles, en cite de fort remarquables : « ...Le grand tremblement de terre du Khorassan, en 644, dura 70 jours et détruisit un grand nombre de villes ; il en fut de même de celui de Syrie qui, en 712, dura 40 jours. L'année 716 fut remarquable par la durée du phénomène et sa généralisation en Asie, en Afrique, en Europe... Pendant un laps de dix siècles, la Syrie ne fut atteinte isolément que 9 fois, et 17 fois avec d'autres contrées. »

Il ne s'agit ici que des tremblements de terre destructeurs, dont quelques-uns furent terribles. Dans son article de l'Almanach Français de Beyrouth pour 1931, le P. Bertoly [1] cite plusieurs extraits de divers chroniqueurs français (comme Guillaume de Tyr) ou orientaux ; ils montrent les villes de Syrie Antioche, Alep, Tripoli, Hama..., bouleversées, « transformées en un monceau de décombres », « un cimetière public » : par exemple, dans le séisme de Hama, en 1157, une école s'étant écroulée sur les élèves en l'absence momentanée du maître, « aucun des parents ne se présenta pour réclamer son fils ».

D'après la statistique de Tholozan citée plus haut, 26 fois en 1.000 ans la Syrie fut éprouvée par de violentes secousses, soit 2 à 3 fois par siècle. Il est clair que les séismes faibles ou instrumenteaux sont beaucoup plus fréquents ; en 1921, les secousses à moins de 500 kilomètres de Ksara représentent près de 14% des tremblements enregistrés, en 1922, 1923 et 1924, ils atteignent 21%, et jusqu'à 33% en 1925, etc.

Au point de vue de leur distribution dans l'espace,

(1) Pour abréger, nous désignerons sous ce nom de Syrie, l'ensemble des Territoires du Levant actuellement sous mandat français.

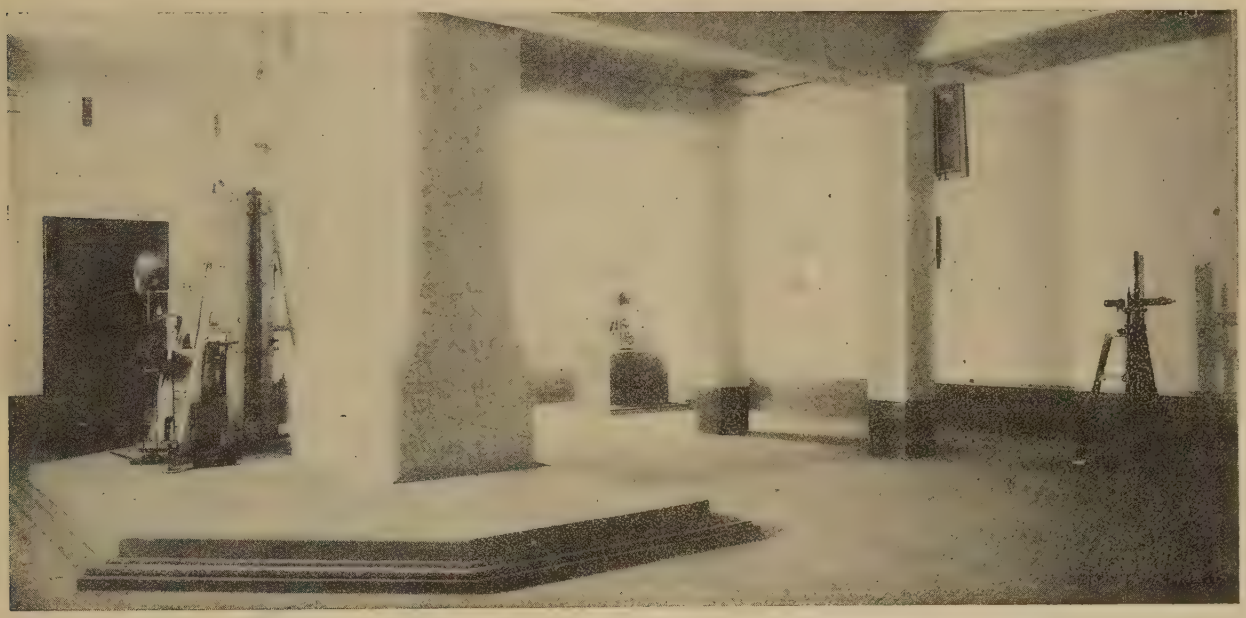
le géologue Suess [3] envisage deux zones d'ébranlement, la première se dirigeant de la Méditerranée, au voisinage d'Antioche, vers Alep et Membidj, puis vers Diarbékir et Van (c'est, d'après F. de Montessus de Ballore [2], le bord du géosynclinal méditerranéen) ; la seconde coupe celle-ci dans les environs d'Alep, se dirigeant vers Homs et Hama, puis suivant « vraisemblablement » les deux versants de l'Antiliban, d'un côté vers Baalbeck et Jérusalem, de l'autre vers Damas et le Hauran.

***

D'après ce qui précède, on ne s'étonnera pas que l'Association internationale de Séismologie ait songé à placer en Syrie un séismographe : dans son congrès de La Haye en 1907, elle décida de le confier au R. P. Berloty qui, à ce moment même, créait à Ksara une modeste « Station Scientifique », germe de l'Observatoire actuel.

Ce séismographe (Mainka à 2 composantes horizontales de 133 kilos) parvint à Ksara le 16 octobre 1909 seulement. Installé provisoirement dans un local de fortune dès le mois de décembre suivant, ce n'est qu'un an plus tard (déc. 1910) qu'il prit sa place définitive dans le pavillon séismico-météorologique nouvellement construit. En fin 1918, le P. Berloty retrouva, échappés au pillage de l'Observatoire, les deux bâtis, les poids et quelques débris... Heureusement, grâce à un généreux mécène, un Mainka (450 kilos) de Bosch put le remplacer ; installé en août 1921, cet instrument fonctionne aujourd'hui encore à la même place.

L'acquisition d'une composante Galitzin-Wilip, permise par une subvention de l'Académie des Sciences, fit ressortir la nécessité d'un autre emplacement, où le sol fût plus homogène, et les variations diurnes de la température beaucoup plus faibles. On l'aménagea, en cave, sous le pavillon méridien nouveau, dernière œuvre du P. Berloty (1) (1932-33) : c'est une salle très spacieuse, où il y aura place encore pour plusieurs autres instruments ; la variation diurne de la température n'y est que de 0°,5 environ, et sera bientôt réduite par des protections en cours d'exécution. En utilisant les débris de l'ancien Mainka, nous avons pu le reconstruire, à Ksara même, cette année.



La Station séismologique de Ksara

Au fond : séismographe Galitzin-Wilip ; à droite : échelle et lunette de visée.
Au centre : pilier de la lunette méridienne, à côté le séismographe Mainka-Ksara.

L'équipement séismographique de l'Observatoire se compose donc, à l'heure actuelle, de : 2 compo-

(1) Le R. P. Berloty, Correspondant de l'Institut, Chevalier de la Légion d'honneur, fondateur en 1907 et premier Directeur de l'Observatoire de Ksara, avait résilié cette charge en 1926 ; il est mort le 10 octobre 1934, à l'âge de 79 ans, après une longue et pénible maladie, ayant travaillé à l'Observatoire presque jusqu'à la fin.

santes horizontales NS et EW Mainka (Bosch) 450 kilos, 11 à 12 secondes de période ; 2 composantes horizontales NS et EW Mainka (Ksara) de 133 kilos, 7 à 8 secondes de période, amortisseurs à huile ; 1 composante verticale Galitzin-Wilip (Masing) période 12 secondes environ. Ce dernier instrument, dont la compensation thermique semble cependant demander encore quelques réglages, a déjà donné de très bons diagrammes et augmenté sensiblement le nombre des séismes inscrits à Ksara. De son côté, le Mainka 133 kilos, reconstruit, permettra de ne plus perdre les séismes assez forts pour faire sauter les plumes du 450 kilos.

Les séismographes de Ksara sont, à ma connaissance, les seuls existant en Syrie ; le plus voisin au Sud est celui du Caire (Helwan) ; pour la partie Nord, sauf erreur, il n'en existe pas avant le Caucase russe.

Les Annales de l'Observatoire de Ksara, Section séismologique, paraissent chaque année depuis 1921 ; la disparition du P. Berloty a malheureusement retardé la publication des années 1933 et 1934, qui sont actuellement en préparation. Depuis mai 1935, un Bulletin séismique provisoire est envoyé mensuellement aux principaux instituts.

Ch. Combier s. j.,
Directeur de l'Observatoire de Ksara.

Bibliographie sommaire

[1] B. Berloty s. j. — *Tremblements de terre et sismologie, in* Almanach français 1931. Beyrouth, pp. 24-38.

[2] F. de Montessus de Ballore. — *Les tremblements de terre.* Géographie séismologique. Paris, p. 155.

[3] Suess. — *La face de la terre.* Trad. de Margerie. Paris, t. I, pp. 79-80.

[4] Tholozan. — *Note aux C.-R. de l'Ac. des Sc.*, t. 88. Citée d'après [1].

Secousses séismiques à la côte Française des Somalis

Le sol de la Côte Française des Somalis est fréquemment ébranlé par des secousses, généralement faibles, mais ayant quelquefois une amplitude suffisante pour occasionner des dégâts matériels (22 janvier 1928).

De 1924 à 1934, 194 secousses ont été perçues, dont 99 en 1929 et 1930, période d'intensité maximum (voir tableaux p. 18 et graphique n° 1 p. 17). Il semble qu'elles se produisent de préférence pendant l'hivernage, ainsi pour les mois d'octobre à février de cette même période on en a noté 168 (voir graphique n° 2 p. 17).

Ces secousses sont généralement de courte durée ; on a remarqué fréquemment deux secousses séparées par un intervalle de quelques secondes au cours duquel se produisait un frémissement su sol accompagné d'un bruit souterrain analogue à un roulement de tonnerre. En octobre 1930, ces ébranlements se sont succédés pendant près d'un mois. Il est à peu près certain que le sol doit être fréquemment agité, mais seuls sont notés les chocs sensibles aux observateurs (n° 2-3 de l'échelle de Rossi-Forel, n° 4-5 de l'échelle de Mercalli) ; d'ailleurs il est intéressant de remarquer que certaines parties de la ville paraissent plus affectées que d'autres, ce sont, en général, les quartiers construits sur des bancs madréporiques

Les villages du littoral du golf de Tadjourah ressentent également ces secousses, ainsi en octobre 1930, à Tadjourah, l'ébranlement fut assez violent pour provoquer l'effondrement de deux mosquées. Le manque d'observateurs européens disséminés sur le territoire de la colonie, l'absence à peu près complète de villages dans l'intérieur et l'ignorance de la population indigène ne permettent pas de délimiter la région où les tremblements de terre ont été ressentis avec la même intensité (lignes isoséistes).

Il est assez difficile de déterminer, sans instruments appropriés, la direction des mouvements du sol. Cependant la chute des pans de murs et les déplacements d'objets semblent indiquer une direction de propagation sensiblement Nord-Sud ou Sud-Nord.

L'Observatoire de physique du globe, qui va être incessamment édifié à Djibouti, sera doté d'une station de sismographes permettant l'étude plus approfondie de ces phénomènes et de déterminer si nous sommes en présence de tremblements de terre localisés (dynamiques externes) dus soit à des effondrements de cavités souterraines creusées par les eaux, soit à des glissemnts de terrain ou de séismes dont le champ d'action est beaucoup plus vaste. Simultanément, des mesures de variation des cou-

rants telluriques, du champ magnétique et même de l'activité solaire, compléteront ce travail.

Dès à présent, il est permis de constater qu'on n'a jamais remarqué, à Djibouti, au cours de dix années d'observations, de mouvements anormaux de la marée en coïncidence avec les mouvements du sol, lesquels ne trouveraient donc pas leur origine dans des effondrements marins plus ou moins proches du littoral. Il est cependant certain que le golfe de Tadjourah est le siège d'effondrements ; en effet, on a constaté à plusieurs reprises des ruptures du câble sous-marin qui reliait, jadis, Obock à Djibouti ; ces ruptures ne pouvaient être attribuées ni aux tempêtes, très rares, ni à des accrochages d'ancres de navires, les ruptures se produisant toujours en eau profonde.

On pourrait supposer que les tremblements de terre dynamiques externes ont leur origine dans le fossé d'effondrement jalonné par le golfe de Tadjourah et le lac Assal, fossé qui constituait jadis, vraisemblablement, l'estuaire du fleuve Aouache, lequel se perd actuellement dans la province de l'Aoussa. Les infiltrations de ce cours d'eau creuseraient d'énormes poches souterraines dont l'effondrement occasionneraient certains mouvements du sol. Dans ce cas, les régions occidentales du golfe de Tadjourah, plus proches de ce fossé, seraient plus particulièrement affectées par les séismes et cette explication semble vérifiée par le fait que les dégâts matériels sont plus nombreux et les secousses généralement plus perceptibles à Tadjourah qu'à Djibouti (chute de deux mosquées en octobre 1930, déplacement de meubles en avril 1935). Mais alors la direction des mouvements du sol devrait être sensiblement Est-Ouest, or elle paraît être généralement Nord-Sud ou Sud-Nord, il convient, d'ailleurs, de remarquer que cette direction, déterminée par les directions de chutes de pans de mur et de déplacements d'objets, ne présente pas un caractère de certitude absolue et qu'il est préférable d'attendre les résultats donnés par les sismographes.

Djibouti, le 1er *juin* 1935.

Louis Lapeyre,
Ingénieur-météorologiste des Colonies.

NOTES ET INFORMATIONS

Le service de la **ligne aérienne Europe-Congo-Madagascar** est assuré régulièrement, chaque semaine, par départs alternés jusqu'à Elisabethville, par la régie Air-Afrique et par la Compagnie belge Sabena, et d'Elisabethville à Tananarive par le Service de la Navigation aérienne de Madagascar. Départs d'Alger le dimanche, arrivée à Tananarive le dimanche suivant. Départ de Tananarive le jeudi, arrivée à Alger le jeudi suivant. Les escales sont : El Goléa, Aoulef, Gao, Niamey, Zinder, Fort-Lamy, Fort-Archambault, Bangui, Coquilhatville, Brazzaville, Banningville, Port-Francqui, Luluabourg, Kamina, Elizabethville, Broken-Hill, Tête, Mozambique et Maintirano.

Par **arrêté ministeriel** du 22 janvier 1936, M. Charlet, licencié ès-sciences, reçu 1er au dernier concours institué pour le recrutement d'ingénieurs-météorologistes, a été nommé Ingénieur-météorologiste stagiaire, et maintenu en France dans les conditions de l'art. 13 du décret du 2 mars 1910.

Les observations faites dans **la mer des Antilles**, à l'occasion de la protection de l'hydravion *Lieutenant de vaisseau Paris*, ont permis à M. l'ingénieur-météorologiste Frolow, Chef du Service Météorologique à la Martinique, de montrer l'existence d'une mousson du Nord-Est sur la côte septentrionale de l'Amérique.

Le **Congrès de l'Association française pour l'Avancement des sciences** se tiendra à Marseille du 16 au 23 juillet 1936. Les travaux de la 7e section (Météorologie et Physique du Globe) seront présidés par M. Hubert, Inspecteur général du Service Météorologique colonial. En dehors des sujets très variés qui pourront être présentés à cette section, celle-ci a mis à son ordre du jour, comme sujet général, les études se rapportant à la climatologie de nos territoires d'outre-mer.

Le **Muséum National d'Histoire naturelle** a organisé, à partir du 25 janvier 1936, à l'occasion du troisième Centenaire du rattachement des Antilles à la France, une exposition sur « Trois siècle de collaboration entre le Muséum et l'Amérique française ». Cette exposition comporte notamment la présentation des travaux poursuivis sur les volcans actifs des Antilles. Une conférence de M. A. Lacroix, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences, a été consacrée à ce dernier sujet.

Par **arrêté du Ministre des Colonies** en date du 31 octobre 1935, M. Molard, Ingénieur-météorologiste adjoint, a été maintenu en France pendant une période de 3 mois pour effectuer un stage à l'Institut de Physique du Globe de Paris et à l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

La **Section d'Océanographie physique** du Comité français de Géodésie et de Géophysique s'est réunie le 17 décembre 1935 à l'Institut océanographique, sous la présidence de M. Fichot, Membre de l'Institut. Au cours de cette séance, les travaux suivants ont été rappelés : mission hydrographique de Tunisie, relative à la reconnaissance des grandes profondeurs situées au large des côtes de Tunisie ; mission hydrographique d'Indochine concernant l'exploration méthodique du plateau continental au sud du Cap Saint-Jacques ; opérations de la mission hydrographique au Sénégal, sur la côte du Cayor ; séries de sondages effectués par le paquebot *Flandre* entre les Antilles et la France. Parmi les sujets présentés, on se bornera à signaler les suivants : M. Courtier, Ingénieur hydrographe en Chef, a communiqué des renseignements relatifs aux essais d'un enregistreur de houle au Maroc ; M. le Danois, Directeur de l'Office des Pêches, a attiré l'attention sur les travaux scientifiques effectués à bord du *Théodore-Tissier*, et notamment au-dessus des hauts fonds de la Chapelle (Manche) et de la fosse du Cap Breton ; M. Cot, Directeur du Service hydrographique de la Marine, a fait part des travaux poursuivis au cours de l'année 1935, sur les côtes de France, de Tunisie (fonds de 30 mètres au large de Sousse), d'Indochine (bancs Royal, Bishop, Wallace et Callou), de l'Océan Indien (détroit de Bab el Mandeb), de l'Océan Pacifiqne (îles de la Société, Tuamotu, Marquises), de l'Océan Atlantique (banc de l'Ampère, au large du Maroc, et bancs de Terre-Neuve), etc. ; M. Hubert, Inspecteur général du Service météorologique colonial, a mis la Section au courant des travaux de la Commission pour l'étude des raz de marée. Il a donné, en particulier, des renseignements sur des envahissements brusques de la mer déterminés par des éboulements de falaises ou de collines. Des sujets d'études à présenter au Congrès international d'Edinbourg ont été ensuite examinés.

BIBLIOGRAPHIE

CARTON (P.). — **Considérations sur l'emploi de formules utilisant les valeurs des extrêmes pour obtenir les moyennes approximatives de température et d'humidité relative**. Hanoi 1934.

L'emploi des formules simples utilisant les valeurs des extrêmes, pour le calcul des moyennes de température et d'humidité relative comporte nécesairement des erreurs. Celles-ci sont variables dans le temps et suivant les régions.

Elle sont toujours assez considérables et ne semblent suivre aucune loi générale, l'allure de leur variation pouvant cependant être connue approximativement dans certains cas particuliers.

Les formules de correction sont difficiles à définir et leur établissement nécessite, de toutes façons, la connaissance des diagrammes continus des valeurs à étudier.

***

HUBERT (Henry). — **Le Service Météorologique colonial.** *Monde colonial illustré*, 1935, p. 245.

Dans le numéro du *Monde Colonial illustré* consacré à « l'Aviation impériale française », on a surtout fait ressortir le rôle du Service Météorologique colonial dans la protection de l'aviation dans nos territoires d'outre-mer.

Les paragraphes traités portent les titres suivants : organisation préliminaire de la protection des lignes régulières, cas d'un avion partant d'une station principale, cas d'un avion venant de l'extérieur vers une colonie, la protection des raids d'avion, le détail des opérations de protection, le personnel.

***

ROUSSEAU (R.). — **La pluie au Sénégal.** *La Météorologie*, 1935 N° 121, p. 53.

Le premier caractère de la pluie au Sénégal est la périodicité, avec un « nombre de Supan » moyen égal à 35.

La courbe des précipitations mensuelles présente parfois deux maxima, le second, que l'on peut qualifier de relatif, a une valeur absolue inférieure à celle du premier.

Les précipitations du Sénégal sont soumises à deux causes principales : l'influence solaire et l'influence maritime. On peut diviser la colonie en 4 régions, selon que l'une ou l'autre de ces causes est prépondérante.

L'Éditeur-Gérant : R. PINARDON.

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze, 121-123, rue Pierre-Loti. — 1936

Société Anonyme des

Etablissements Jules RICHARD

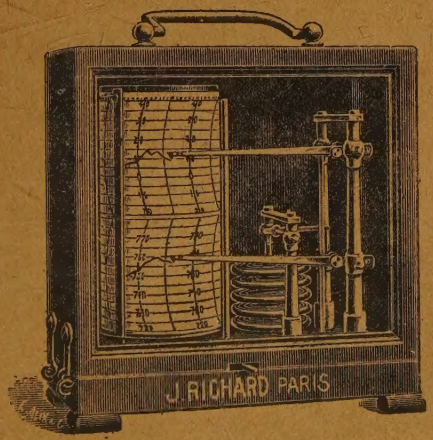
25, Rue Mélingue, PARIS (20e)

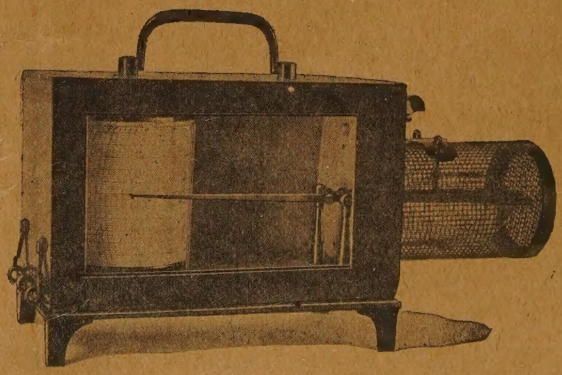
Tél. : Botzaris 88-80 — Tél. : Botzaris 88-80

INSTRUMENTS DE PRÉCISION

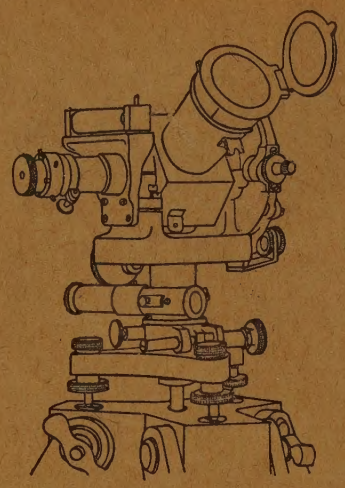
de Mesure et de Contrôle

pour les Sciences et l'Industrie





A. BERTHELEMY - LORIEUX - PONTHUS et THERRODE



Etabts Albert LEPETIT & Cie

Société en commandite simple. Capital 1.000.000 de francs

Constructeurs

20, Rue Marie Debos, à Montrouge (Seine)

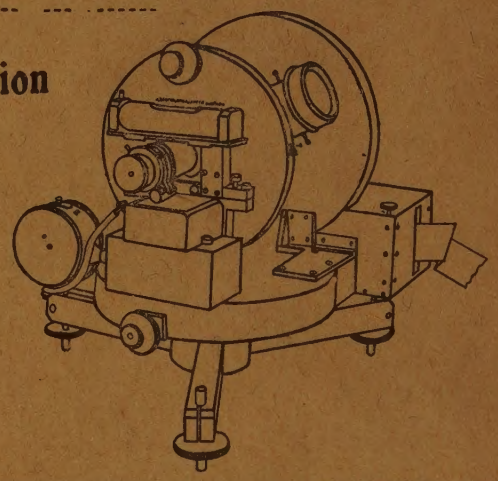
Tél. Alésia 26-37 — Ad. tél. Ponrode Paris 14

Fournisseurs des Ministères des Colonies, de la Marine, du Service Géographique de l'Armée.

Instruments de Précision

pour

— la Topographie, la Marine —
l'Aviation, la Météorologie, etc...



THÉODOLITES SIMPLES ET ENREGISTREURS
POUR LE REPÉRAGE DES BALLONS-SONDES

Catalogues franco sur demande

Rég. Comm. Seine 229-817B

ROSENMULLER
DRESDEN

ANÉMOMÈTRES
POUR TOUTES VITESSES
(à partir de 0,02 m/sec.)

GIROUETTES

TUBES DE PITOT

MICROMANOMÈTRES

LAMBRECHT
GÖTTINGEN

HYGROMÈTRES

PSYCHROMÈTRES

BAROMÈTRES

PLUVIOMÈTRES

EVAPOROMÈTRES

HÉLIOMÈTRES

A. OTT
KEMPTEN

PLANIMÈTRES
INTÉGRAPHES
ANALYSEUR-HARMONIQUE

ENREGISTREUR
DE MARÉE ET DE HOULE

APPAREILS
POUR L'ÉTUDE
DES COURANTS D'EAU

J. BAROT

Représentant exclusif
pour la France et les Colonies

20, Rue de Varenne, PARIS (7e)

Catalogues franco sur demande

Rochefort-sur-mer. — Imprimerie A. Thoyon-Thèze. — 1936.